V★D★I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

BAND 71

EINUNDSIEBZIGSTER JAHRGANG

1 9 2 7

MIT RUND
4000 ABBILDUNGEN IM TEXT
10 TAFELN UND 38 TEXTBLÄTTERN

INHALT DER FORSCHUNGSARBEITEN
HEFT 288, 291 BIS 296
AUSZUG AUS DEM INHALT DER VDI-NACHRICHTEN

VDI-VERLAG G.M.B.H. BERLIN NW7

Namenverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung

Die Seitenzahlen des ersten Halbjahres sind in aufrechten Lettern, diejenigen des zweiten Halbjahres in schrägen Lettern — Kursiv — gedruckt.

Band I: Heft 1 bis 26 Seite 1 bis 940. Band II: Heft 27 bis 53 Seite 941 bis 1912.

Sachverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung.

Die Seitenzahlen des ersten Halbjahres sind in aufrechten Lettern, diejenigen des zweiten Halbjahres in schrägen Lettern — Kursiv — gedruckt.

Band I: Heft 1 bis 26 Seite 1 bis 940. Band II: Heft 27 bis 53 Seite 941 bis 1912.

Tafelverzeichnis

Textblattverzeichnis

Kunstblattverzeichnis

Fachhefte

Inhalt der im Jahre 1927 herausgegebenen

Mitteilungen über Forschungsarbeiten

auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

VDI-Nachrichten

Aus dem Inhalt des Jahrganges 1927

In Anbetracht der großen Zahl der Beiträge und Mitteilungen in den VDI-Nachrichten kann nachstehend nur ein Teil der Beiträge nachgewiesen werden.

* bedeutet Abbildung im Text. W bedeutet Aufsatz in der Beilage „Wirtschaft".

Graphische Darstellungen in der Beilage „Wirtschaft“

Fachbeilagen

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
ЗD. 71 SONNABEND, 2. JULI 1927 NR. 27

Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb

Von Oberreg.-Rat Heinrichs, Berlin-Grünau

Die drei z. Zt. gebräuchlichen Feuerwehr-Drehleitern werden in ihrer neuesten Ausführung besprochen. Dabei werden besonders eingehend die selbsttätige Seiteneinstellung und die selbsttätige Kippsicherung behandelt.

Abb. 1
Feuerwehr-Drehleiter mit Kraftantrieb, Bauart Kieslich

Allgemeines

Der Bau von Drehleitern ist bei der jetzigen Vervollkommnung dieser Geräte ein besonders schwieriges Sondergebiet geworden, das ausgiebige praktische :rfahrung erfordert und mit dem sich zur Zeit nur noch rei Firmen beschäftigen: Gebr. Kieslich in Patschkau Schlesien), C. D. Magirus in Ulm und Carl Metz in :arlsruhe. Kieslich wählt den elektrischen Antrieb er Leiterbewegungen. Der in das Fahrgestell eingebaute ·ezinmotor ist über ein ausschaltbares Vorgelege mit einer ·ynamomaschine gekuppelt, und für die drei Leiterbewe- ungen (Aufrichten, Ausziehen und Drehen) ist je ein :lektromotor vorgesehen, der seine Energie von der Dy- amomaschine erhält. Magirus und Metz arbeiten nach inem andern Grundsatz; sie treiben die Leiter vom Fahr- etriebe aus rein mechanisch über ein auf dem Drehgestell ngeordnetes Wechselgetriebe an. Die neuesten Bauarten ieser drei Leitern sind in Abb. 1 bis 3 schaubildlich dar- estellt.

Die Aufgaben, die die Drehleitern zu erfüllen haben, ind vielfache. Die Leitern sollen den Angriff gegen Brände ı höheren Stockwerken oder die Rettung von Menschen us höheren Stockwerken ermöglichen, wenn dies über das 'reppenhaus nicht möglich ist. Sie müssen daher in aus- ezogenem Zustand eine Länge haben, die der Höhe von :roßstadthäusern mindestens gleichkommt. Sie müssen ei jeder Auszuglänge und bei den üblichen Neigungen so- ·ohl an eine Mauer angelehnt als auch im Freistand einer orgeschriebenen Belastung gewachsen sein, wobei auch ie Belastungsstöße durch das Besteigen und durch den ·egendruck beim Spritzen, ferner Windkräfte und Ver- rehungskräfte zu berücksichtigen sind, soweit dies möglich ist. Der Mindestraddruck, den das der Last abgewandte Rad bei den verschiedenen Neigungen, Belastungen und Auszuglängen noch haben muß, ist in dem Normenblatt FEN 105 festgelegt.

Es muß ferner die Möglichkeit gegeben sein, die Leiter in ihrer Ebene quer zu verschwenken, um sie entgegen der Geländeneigung senkrecht stellen zu können, und um sie auch — ein allerdings in der Praxis seltener Fall — auf ebenem Gelände aus der Senkrechten herausschwenken zu können, wenn man sie an das Gebäude seitlich anlehnen will. Die Leiter muß über den vollen Kreis gedreht werden können.

Wenn man die Leiter im Freistand benutzen muß, soll dies nur bei der steilsten Neigung, d. i. bei 75 bis 78° geschehen, und ferner ist zur Sicherung gegen seitlichen Wind die Leiter durch Halteleinen, die an der Spitze befestigt sind und seitlich gehalten werden, zu verspannen. Auch der Rückstoß, den ein Strahlrohr mit weiter Mündung und hohem Wasserdruck durch den ausströmenden Strahl erfährt, ist erheblich. Durch einen solchen an der Leiterspitze auftretenden Rückstoß tritt, wenn das Rohr nach rückwärts oder seitwärts gehalten wird, eine Zusatzbeanspruchung der Leiter ein, die in letzterem Falle besonders gefährlich ist.

In Berlin ist deshalb die Verwendung von Drehleitern im Freistand grundsätzlich verboten. Die Leiter muß aber stets nach dem Ausziehen noch etwa 10 bis 20 cm von der Anlagefläche entfernt bleiben, so daß sie erst durch die Belastung zum Anliegen kommt, und zwar mit beiden Holmen gleichmäßig. Ein Schlauch soll stets in der Mitte der Leitersprossen, zwei Schläuche sollen längs den Holmen verlegt werden, und die Leiter darf nur belastet werden:

Abb. 2
Feuerwehr-Drehleiter mit Kraftantrieb, Bauart Magirus

im Freistand bei steilster Stellung und bei Windstille mit vier Mann (je ein Mann auf jedem Leiterteil) oder mit zusammen nur zwei Mann auf einem Leiterteil oder mit nur einem Mann und einem Strahlrohr bis 15 mm Mundstückweite; bei angelehnter Leiterspitze und dann selbsttätig sich einstellendem richtigem Verhältnis von Auszug und Neigung mit drei Mann (je ein Mann auf einem Leiterteil) oder mit zusammen nur zwei Mann auf einem Leiterteil oder mit zusammen zwei Mann auf verschiedenen Leiterteilen und einem Schlauch bis 75 mm Dmr. sowie einem Strahlrohr bis 18 mm Mundstückweite.

Das Fahrgestell

Die Konstruktion des Fahrgestells lehnt sich an die üblichen Lastwagen-Bauarten an, es ist nur zum Zweck einer günstigen Lagerung des Drehgestells der Leiter verhältnismäßig breit. Kräftige Unterzüge und Querversteifungen dienen zur Verstärkung und zur Sicherung gegen Verwinden des Rahmens beim Drehen und Ausziehen der Leiter. Der dem normalen Reihenbau entnommene Motor von etwa 70 PS Leistung erzeugt den Antrieb für das Fahrzeug und für die Betätigung der Leiter. Das Fahrgetriebe ist gegen das Leitergetriebe blockiert und umgekehrt. Üb der Hinterachse ist der Drehkranz für das Leitertraggeste auf dem Wagenrahmen und den Querträgern angebrach

Wenn man die Leiter benutzen will, muß die Federur der Hinterachse ausgeschaltet werden. Zu diesem Zwe sind selbsttätig wirkende Federabstellungen vorgesehe die aber auch von Hand betätigt werden können.

Das Drehgestell und das Leitertraggestell

Das Drehgestell für die Leiter baut sich auf d Hinterachse zwischen dem Wagenrahmen und den eige dazu eingebauten Querträgern auf. Die beiden Drehkrän bestehen aus Stahlguß. Die in ihnen angebrachten Kuge laufrillen nehmen die in einem Käfig geführten Gußstah kugeln auf. Der obere Drehkranz ist mit Flanschen zu Anbau des Leitertraggestells versehen. Zu seiner Ve ankerung dienen bei M a g i r u s Rollen, die zwecl Nachstellung auf exzentrischen Bolzen sitzen und auf d unteren Fläche der inneren Führungsschiene am untere Drehkranz gleiten. Am Befestigungsflansch des untere Drehkranzes ist innen eine Verzahnung angebracht, die das Antriebritzel des Drehgetriebes eingreift.

Abb. 3
Feuerwehr-Drehleiter, Bauart Metz

Abb. 4
Gesamtanordnung der Getriebe bei der Leiter von Magirus

a_1 Handantrieb zum Aufrichten
a_2 " " Auszug
a_3 " " Drehen
b Steuerbock
c_1 Steuerstange zum Aufrichten
c_2 " " Auszug
c_3 " " Drehen
d Wagenfederabstellung
e Lot für Kippsicherung
f Gradbogen für Neigungswinkel, Auszug und Ausladung
g Lotgehäuse zur selbsttätigen Steuerung der Seiteneinstellung
h Rückführung für die Seiteneinstellung
i Getriebe für die maschinelle Seiteneinstellung
k Seiteneinstellung von Hand
l Halteleine
m Aufrichterahmen
n Leitertraggestell
o Ölmanometer
p Elektromagnete
q Steuerhahn zum Aufrichten
r " " Auszug
s Getriebeskala zum Aufrichten
t " " Auszug
u Handsteuerung für die maschinelle Seiteneinstellung

Das Leitertraggestell von Magirus, Abb. 4, ist als Eisenfachwerk ausgeführt; seine weite Ausladung gewährleistet eine große Neigefähigkeit. Abb. 5 und 6 zeigen die Ausführungen von Metz und Kieslich. Die Eigenart des Metzschen Drehkranzes besteht in seiner doppelten (oberen und unteren) Lagerung auf Kugeln.

Abb. 5
Gesamtanordnung der Getriebe bei der Leiter von Metz

a_1 Handantrieb zum Aufrichten
a_2 " " Auszug
b Steuerbock
c_1 Steuerstange zum Aufrichten
c_2 " " Auszug
d Wagenfederabstellung von Hand
e Gradbogen für Neigungswinkel, Auszug und Ausladung
f Lot zur selbsttätigen Steuerung der Seiteneinstellung
g Rückführung zur Seiteneinstellung
h Seiteneinstellung von Hand
i Halteleine
k Aufrichtebogen
l Leitertraggestell
m Ölmanometer
n_1 Getriebeskala zum Aufrichten
n_2 " " Auszug
o Dynamometer

Abb. 6
Gesamtanordnung der Getriebe bei der Drehleiter von Kieslich

a_1 Aufrichtgetriebe
a_2 Auszuggetriebe
b Wagenfederabstellung
c Gradbogen für Neigungswinkel, Auszug und Ausladung
d Halteleine
e Aufrichtbogen
f Leitertraggestell
g Dynamomaschine
h Handantrieb zum Aufrichten
i " " Auszug
k Zahnstangenfeststellung
l, *m* Abhängigkeitsschalter

Bei Kieslich dienen für die Rundführung zwei wagerechte, den oberen Drehkranz von unten und oben abstützende Rollenkränze, deren Laufbahn allseitig abgeschlossen ist.

Der maschinelle Antrieb der Leiter und der Leitergetriebeblocks

Vom Zusatzgetriebe des Fahrgetriebe aus führt bei der Magirus- und der Met Leiter eine auf Kugellagern laufende und mit Gelenk versehene Welle zum Leitergetriebeblock. In diesem si die Antriebvorrichtungen für sämtliche Leiterbewegung zusammengefaßt. Der Getriebeblock ist in der Mitte d oberen Drehkranzes fest angebracht und in ein Gehäu eingeschlossen. Der obere Teil des Getriebegehäuses i gegen den unteren drehbar, Abb. 7. In den unteren T mündet die vom Fahrgetriebe kommende Antriebwelle ei von der mittels eines Kegelräderpaares die senkrec stehende Hauptwelle (Königswelle) des Getriebeblocks a getrieben wird, Abb. 7. Das untere Getriebegehäuse die zugleich als Sammel- und Vorratbehälter für das Öl.

Als Kupplungselement werden von Magirus mitte Drucköl geschaltete Reibkupplungen besonderer Bauart ve wendet, die den Vorteil leichter Schaltbarkeit haben. Zu Schalten wird Öldruck von 2,5 bis 3 at angewendet, d durch eine im unteren Teil des Getriebegehäuses angeor nete Zahnradpumpe erzeugt wird (vergl. Abb. 12). D einzelnen Kupplungsteile sitzen in öldicht abgeschlossene Kammern, in die durch Steuerhähne Öl unter Druck z oder abgeführt werden kann. Wird eine solche Kamm mit Drucköl gefüllt, so werden dadurch die mit Zah kränzen versehenen Kupplungsscheiben mit ihren Ke rillen beiderseitig so lange in die Mitnehmerscheibe g preßt, bis der Druck durch den Steuerhahn wieder a gelassen wird. Die Vorgelegewellen werden dadurch m der Hauptantriebwelle gekuppelt. Es sind, wenn zunäch von der Seiteneinstellung völlig abgesehen wird, fü solcher Kupplungsorgane mit Übersetzungsgetrieben i Leitergetriebeblock eingebaut.

Die Leiter wird mit gleichmäßiger Geschwindigke ausgezogen, vergl. Abb. 7. Für das Einlassen der Leit ist kein Antrieb vorgesehen, sondern es wird, wie auc bei den andern Konstruktionen, das Eigengewicht d Leiter dazu benutzt. Eine Ölbremse mit von außen einstel barem Regelventil, Abb. 7, verhindert eine zu schnel Rückwärtsbewegung der Leiter.

Für das Aufrichten und Ablegen der Leiter dienen zwei Getriebekupplungen für schnelles und langsame Arbeiten. Die Aufrichtespindel wird durch eine Schneck von der senkrechten Vorgelegewelle aus angetriebe Sämtliche Getriebe laufen auf Kugellagern und im Ölbad

Die Drehbewegung wird mittels eines in den Getrieb block eingebauten Reibradgetriebes, Abb. 7, das von d Hauptwelle angetrieben wird, hervorgerufen. Zur Bedi nung der Leiter ist nur ein Mann nötig.

Abb. 7
Leitergetriebe (Magirus)

a Welle vom Fahrgetriebe
b Hauptwelle des Getriebeblocks
c_1 Kupplung zum Neigen, schnell
c_2 " " " , langsam
d_1 " " Aufrichten, schne
d_2 " " " , langsa
e " " Ausziehen
f Öldrückbremse zum Einlassen
g Einstellung des Ventils zum Re geln des Öldrucks
h Schleifring zur Stromzuführun für die Seiteneinstellung
i Reibradgetriebe zum Drehen
k Getriebeschnecke zur masch nellen Seiteneinstellung

An dem Magirusschen Steuerbock, Abb. 4, sind die Hebel zum Ausziehen und Einlassen, zum Aufrichten und Neigen und zum Drehen der Leiter vereinigt.

Außer diesen Bedienungshebeln sind noch wie bei allen Leitern Handantriebe für das Aufrichten, Ausziehen und Drehen vorgesehen, die im Falle des Versagens der maschinellen Einrichtung eine Bedienung von Hand ermöglichen.

Der jeweilige Stand der aufgerichteten und ausgezogenen Leiter ist aus den Getriebeskalen ersichtlich, die sich auf den vor den Triebachsen des Aufrichte- und Auszuggetriebes unter Zwischenschaltung einer Übersetzung sitzenden Kreisscheiben befinden. Die beiden Steuerhähne, Abb. 4 und 11, regeln die Druckölzufuhr zu dem Aufrichte- und dem Auszuggetriebe. Außerdem kann die Neigung mit der zulässigen Auszuglänge noch an dem auch bei Metz und Kieslich vorgesehenen Gradbogen mit Lot am Fuße der Unterleiter, Abb. 4 bis 6, abgelesen werden. Ein am Bedienungsstand angebrachtes Manometer zeigt den Öldruck für die Getriebekupplungen an. Zur Vergaserregelung am Bedienungsstand ist ein leicht zugänglicher Stellhebel am hinteren Wagenrahmenende angebracht.

Der Metzsche Getriebekasten enthält zum Unterschied von Magirus sämtliche Getriebe (also auch das Auszuggetriebe), so daß die Handantriebe aller drei Leiterbewegungen dicht beieinander sind. Die durch Öldruck betätigten Kupplungen sind als Lamellenkupplungen ausgebildet. Für das Aufrichten, Neigen und Ausziehen können je zwei Geschwindigkeiten geschaltet werden, das Drehen erfolgt im Rechts- und Linksgang mit veränderlicher Geschwindigkeit. Der Steuerbock, Abb. 5, die kreisförmigen Getriebeskalen und die übrigen Bedienungseinrichtungen entsprechen im wesentlichen denen der Magirus-Leiter.

Bei der Kieslichschen Leiter, Abb. 1, sind die für die Leitergetriebe erforderlichen Anlaßapparate unter dem Führersitz angeordnet. Sie werden durch die drei an der Außenseite des Führersitzes angebrachten Handräder betätigt. Jede Leiterbewegung kann in vier verschiedenen Geschwindigkeiten ausgeführt werden, die durch eine an jedem Handrad angebrachte Skala gekennzeichnet sind. Es ergibt sich aus dem elektrischen Antrieb mit seinem leichten Abstufen der Geschwindigkeiten, seiner einfachen Änderung des Drehsinns und seiner einfachen Schaltung der Bremssteuerung, daß die Getriebe bei der Kieslich-Leiter verhältnismäßig einfach sind.

Damit man die Leiter genau steuern und ein Nachlaufen der Motoren verhindern kann, erhalten sämtliche Vorgelege Innenbackenbremsen, die selbsttätig durch Federung und Bremslüftmagnete so betätigt werden, daß die Bremse angezogen wird, wenn die Leitungen und der Magnet stromlos werden. In die drei Stromkreise sind Höchststromauslöser eingebaut, die den Motor sofort ausschalten, wenn dessen Leistung eine bestimmte einstellbare Grenze überschreitet, so daß also die Bewegungen der Leiter sofort stillgesetzt werden, wenn sich dieser ein äußeres Hindernis entgegenstellt. Durch Zurückdrehen des Anlassers in die Nullstellung wird der Auslöser wieder eingeschaltet und die Zuleitung geschlossen. Die Bremse springt bei allen drei Getrieben nur ein, wenn der Schalthebel auf „Motorbetrieb“ steht, und diese Stellung muß er gewöhnlich haben, so daß er nur bei Handbetrieb umgeschaltet wird.

Abb. 8
Aufrichtgetriebe (Magirus)

a Aufrichtrahmen
b Aufrichtspindel
c Schiebekeil zur Ausschaltung des Getriebes beim Aufrichten von Hand
d Steuerung für den Schiebekeil
e Kettenrad zum Aufrichten von Hand
f Schutzrohr

Abb. 9 und 10
Auszug und maschinelle Seiteneinstellung (Magirus)

a Lotgehäuse zur selbsttätigen Steuerung der Seiteneinstellung
b Rückführung
c Getriebe zur maschinellen Seiteneinstellung
d Elektromagnet dafür
e Spindel zur Seiteneinstellung
f „ „ Seilführung
g_1 Handantrieb zum Aufrichten
g_2 „ „ Auszug
g_3 „ „ Drehen
g_4 „ zur Seiteneinstellung
h Handsteuerung zur maschinellen Seiteneinstellung
i Schleifkontakt
k Lamellenbremse
l Drehachse der Leiter
m Kippachse „ „

a_1 Nockenscheibe zum Umschalten des Aufrichtgetriebes auf langsamen Gang bei 70° und Endstellung
a_2 Nockenscheibe zum Umschalten des Neigegetriebes bei 70° und Endstellung
b_1, b_2, d_1, d_2 Gestänge zum Umschalten von Aufricht- und Neigegetriebe bei 70° oder 5° und Endstellung
c_1 Steuerstange zum Aufrichten
c_2 „ „ Auszug
c_3 „ „ Drehen
e_1 Steuerhahn für das Aufrichtgetriebe
e_2 „ „ „ Auszuggetriebe

Schnitt $A—B$

Abb. 11 und 12
Aufrichtgetriebe und Kippsicherung der Magirus-Leiter

f, g Scheibe mit Kurvennut und Rolle zum Umschalten des Aufricht- und Neigegetriebes auf langsamen Gang bei 14 m Auszuglänge
h_1, h_2, h_3, d_1, d_2 Gestänge für denselben Vorgang
k Nockenscheibe zur Endabstellung des Auszuggetriebes bei voller Auszuglänge
l_1, l_2, l_3 Gestänge für denselben Vorgang
m_1 Vorgelegewelle zum Aufrichtgetriebe
m_2 Vorgelegewelle zum Auszuggetriebe
n_1 Kettenrad zum Aufrichten von Hand
n_2 Kettenrad zum Auszug von Hand
p_1 Kurvenscheibe vor der Aufrichttriebachse für die Kippsicherung
p_2 Kurvenscheibe vor der Auszugtriebachse für die Kippsicherung
r_1, r_2, s, q Gestänge für die Kippsicherung
t Brücke für die Kippsicherung
u_1 Anschlag an den Steuerhahn e_1
u_2 „ „ „ „ e_2
v Lot zur Kippsicherung
w Mitnehmerbolzen
x Keilplatte
y Zahnradpumpe
z Hauptantriebwelle des Getriebeblocks

Abb. 13 bis 15
Aufrichtgetriebe von Kieslich
I Stellung des Schalthebels für die Bremse bei Motorbetrieb
II Stellung des Schalthebels für die Bremse bei Handbetrieb
a Magnet *b* Welle *c*, *d* Kurbeln *e* Schalthebel *f*, *g* Gestänge *h* Bandbremse

Bei abgelegter Leiter sind Auszug und Drehbewegung gesperrt, so daß vor Einleitung einer dieser beiden Bewegungen die Leiter erst aus dem Stützbock herausgehoben sein muß.

Das Aufrichtgetriebe

Im Leitertraggestell ist der Aufrichtrahmen mit der Leiter um eine wagerechte Achse drehbar gelagert. Bei Magirus dient als Aufrichtorgan eine kräftige Spindel, die mit dem oberen Drehkranz gelenkig verbunden ist und durch ein Winkelräderpaar von einer Vorgelegewelle des Getriebeblocks aus angetrieben wird. Nach Einschaltung eines Schiebekeils, Abb. 8, des Schneckenrades zum Spindelantrieb kann das Aufrichtgetriebe von Hand mittels Kurbel betrieben werden, vergl. g_1 Abb. 9 und 10. Die Mutter der Aufrichtspindel ist im Aufrichtrahmen doppelseitig gelagert, und zwar derart, daß der die Spindelmutter tragende Teil mit seinen Zapfen bei niedergelegter Leiter in zur Spindelachse gleichgerichteten Schlitzen ruht. Dieses Spiel, das bei abgelegter Leiter zwecks Fernhaltung von Stößen auf die Spindel während der Fahrt unbedingt erforderlich ist, wird beim Aufrichten der Leiter durch eine Sperrvorrichtung sofort blockiert, so daß die Leiter beim Aufrichten und Ablegen sicher und unnachgiebig geführt ist.

Außerdem wird stets selbsttätig für die letzten 5° der Aufricht- und Neigbewegung, also für das Aufrichten bei 70° und für das Neigen bei 5°, der schnelle Gang in den langsamen umgeschaltet. Das geschieht, Abb. 11 und 12, durch die beiden vor der Triebachse für das Aufrichten sitzenden Nockenscheiben a_1, a_2, die durch das Hebelgestänge b_1, b_2, d_1, d_2 den Steuerhahn e_1 auf den langsamen Gang umschalten und schließlich auch die Endabstellung veranlassen.

Um bei einer Leiterauszuglänge von mehr als etwa 14 m das Aufrichten oder Neigen der Leiter nur mit dem langsamen Gang zuzulassen, was für ein sicheres Manövrieren zweckmäßig erscheint, ist auf der Triebachse für den Auszug noch die Scheibe *f* angeordnet, die durch die Rolle *g* und das Hebelgestänge h_1, h_2, h_3, d_1, d_2 den Steuerhahn e_1 beeinflußt. Wenn die Leiter z. B. gleichzeitig ausgezogen und mit dem schnellen Gang aufgerichtet wird, wie es der Zeitersparnis wegen oft geschieht, so wird mit Erreichung einer bestimmten Auszuglänge, also etwa bei 14 m Auszug, die Rolle *g* in die mit der Scheibe *f* um den gleichen Mittelpunkt liegende Nut gelangen. Dabei wird durch das bezeichnete Hebelgestänge der Steuerhahn e_2 so verdreht, daß auf den langsamen Gang umgeschaltet wird. Die Endabstellung geschieht dann in der oben bereits geschilderten Weise. Soll umgekehrt die Leiter geneigt werden, so läßt sich dies während des Gleitens der Rolle *g* in der Kurvennut der Scheibe *f* nur mit niedriger Geschwindigkeit ausführen, da der Hebel h_3 an seinem oberen Ende nur bis zum Ende des in h_2 vorgesehenen Schlitzes schwingen kann, wobei die kurze Schwingung der Hahnverstellung von null auf den langsamen Gang entspricht. Verläßt aber die Rolle die Kreisnut, d. h. ist das Einschieben der Leiter bis zu einem bestimmten Punkt (14 m) vorgeschritten, so kann man den Hahn e_1 ohne Behinderung in die dem schnellen Gang entsprechende Lage drehen, und die letzte Stufe des Neigens geht mit erhöhter Geschwindigkeit vor sich. Die in Abb. 11 angegebene Stellung wird von der Scheibe *f* also bei abgelegter Leiter eingenommen. Die Scheibe bleibt bei der Aufrichtbewegung stehen und wird nur infolge der Auszugbewegung im Sinne des Uhrzeigers gedreht. Die Rolle *g* ist, wenn sie nicht in der Kreisnut geführt wird, frei und ohne Anlage an die innere Kurve der Scheibe *f*.

Metz und Kieslich verwenden statt der einen Spindel die beiden altbewährten Aufrichtbogen, bei denen also der Hebelarm der aufrichtenden Kraft verhältnismäßig groß und stets derselbe ist. Während Kieslich aber die beiden Stahldrahtgurte nur an einem Ende mit dem Aufrichtbogen fest verbindet, Abb. 6, sind die in Antriebritzel eingreifenden Gallschen Ketten der Metzschen Konstruktion an beiden Enden des Aufrichtbogens angeschlossen, so daß hier ein etwaiges Aufbäumen der Leiter durch Wind oder durch Gegendruck des Wasserschlauches ebenso wie bei Magirus mit Sicherheit vermieden ist. Das Metzsche Aufrichtgetriebe hat im übrigen den üblichen Schneckenantrieb. Kurz vor Erreichen der Endneigung von 78°, und zwar bei 75°, und ebenso kurz vor Beendigung des Ablegens schaltet sich auch hier das Getriebe selbsttätig auf den langsamen Gang um. Hierzu dient eine Scheibe, die mit dem Aufrichtgetriebe durch Kettenübertragung mitläuft und im gegebenen Augenblick den Steuerhahn zwangläufig schaltet.

Abb. 16 und 17

Auszuggetriebe Kieslich

a_1, a_2 Abhängigkeitsschalter
b Seilführungsrollen
c Seilführungsspindel
d Aufrichtwelle
e Kreisteilung zum Anzeigen der jeweiligen Auszuglänge
I Stellung des Schalthebels der Bremse bei Motorbetrieb
II Stellung des Schalthebels der Bremse bei Handbetrieb

Das Kieslichsche Aufrichtegetriebe nach Abb. 13 bis 15 bedarf keiner näheren Erläuterung. Man erkennt den selbstsperrenden Schneckenantrieb, seine Betätigung durch den Motor oder von Hand und die elektrisch betätigte Bremsanordnung mit Magnet *a*, Welle *b* mit Kurbeln *c* und *d*, Schalthebel *e*, Gestänge *f*, *g*, Bremse *h*. Für den Handantrieb hat das Getriebe eine Reibungsbremse mit Selbsthemmung. Das Getriebe wird bei 78 ° Neigung selbsttätig ausgeschaltet. Zur Entlastung der Gurte bei aufgerichteter Leiter dient je eine an jedem Aufrichtbogen angeordnete Zahnstange, die in eine Klinke am Leitertraggestell eingreift, vergl. Abb. 6.

Das Auszuggetriebe

Das Auszuggetriebe ist bei Magirus im Aufrichtrahmen eingebaut, Abb. 9 und 10, wo es gleichzeitig einen Teil des Gewichtes des langen Leiterarms ausgleicht. Es wird vom Getriebeblock aus mittels Kettenräder und Gallscher Gelenkketten angetrieben. Da das Auszuggetriebe mit dem Aufrichtrahmen und der Leiter die Aufrichtbewegung mitmacht, ist der Antrieb des Auszuggetriebes über die Drehachse des Aufrichtrahmens geleitet. Mit einer von der Antriebkette getriebenen Vorgelegewelle ist die Seiltrommel zum Leiterauszug verbunden. Das auf die Vorgelegewelle aufgeschnittene Gewinde dient als Fördergewinde für die Seilführung. Sämtliche Lager sind als Kugellager ausgebildet. Die Vorgelegewelle dient auch zugleich zum Handantrieb des Getriebes für den Leiterauszug, der durch zwei Handkurbeln betätigt werden kann. Eine eingebaute Lamellenbremse regelt in diesem Fall die Einziehgeschwindigkeit. Die Leiter wird mittels Stahldrahtseilen, die in die einzelnen Leitern flaschenzugartig eingebaut sind, ausgezogen oder eingelassen. Zur Endabstellung bei Erreichung der vollen Auszuglänge dient wieder eine Nockenscheibe *k*, die durch das Hebelgestänge l_1, l_2, l_3 auf den Steuerhahn e_2 einwirkt, Abb. 11 und 12.

Metz ordnet die Auszugwinde, wie schon gesagt, grundsätzlich in dem Getriebeblock auf dem Drehgestell an. Sie ist ebenfalls mit Schneckenantrieb versehen, und die Energie wird aus dem Getriebekasten unmittelbar ohne Kette übertragen. Der Steuerhahn des Auszuggetriebes wird derart beeinflußt, daß die Leiter wegen der Rückhaltebügel nicht früher als bei einer Neigung der Leiter von 15 ° ausgezogen werden kann und daß auch bei beendetem Auszug das Getriebe selbsttätig abgestellt wird, nachdem kurz zuvor (etwa 1 m vor der Endlage) der schnelle Gang selbsttätig auf den langsamen umgeschaltet worden ist. Das einfache, unter der Sprossenmitte verlaufende Seil aus verzinktem Stahldraht ist über die Drehachse am Kopf des Leitertraggestells geführt und verläuft (bei der vierteiligen Leiter dreiteilig) von da über die Rolle am Kopf der unteren Leiter zum Fuß der nächsten Leiter. Das nächste Seil ist am Kopf der unteren Leiter befestigt und über die Rolle am Kopf der zweiten Leiter zum Fuß der dritten Leiter geführt und so fort.

Kieslich baut das Auszuggetriebe wie Magirus in den Aufrichtrahmen ein. Es ist in Abb. 16 und 17 dargestellt. Die für den Handbetrieb wieder vorgesehene selbsthemmende Reibbremse wird beim Umlegen des Schalthebels vom maschinellen zum Handbetrieb zwangläufig eingeschaltet. Der Zeiger an der Kreisteilung, Abb. 16, zeigt die jeweilige Länge der ausgezogenen Leiter an. Beim Erreichen der Endlage wird das Getriebe wieder selbsttätig abgestellt. Zum Ausziehen dienen Drahtseile, die doppelt, d. h. neben jedem der beiden Leiterholme unter den Sprossen geführt sind, anstatt unter der Sprossenmitte wie bei den anderen Konstruktionen. Es wird also für jeden Leiterteil nur ein Seil verwandt, dieses aber doppelt herumgeführt. Die beiden Enden des untersten Auszugseils sind dabei auf der gemeinsamen Seiltrommel festgelegt. [B 216]

(Schluß folgt.)

Salzgehaltprüfung bei britischen Wasserrohr-Schiffskesseln

Die britische Firma Crockatt hat ihre elektrischen Salzgehaltmesser, die auf Schiffen der britischen Kriegsmarine und auf Handelsschiffen mit Wasserrohrkesseln benutzt werden, neuerdings durch einen Ausgleichteil verbessert, so daß innerhalb des normalen Temperaturbereiches der Salzgehalt unmittelbar abgelesen werden kann und die Ablesung nicht wie bisher nach einer Eichtafel oder dergl. berichtigt zu werden braucht. Die Wirkung des Gerätes beruht darauf, daß die Leitfähigkeit des Wassers für den elektrischen Strom mit steigendem Salzgehalt zunimmt. Die normalen Geräte haben einen Ablesungsbereich von 0 bis 70 g Salzgehalt auf 1 m^3 Wasser. Für besonders empfindliche Kessel, vor allem für Kessel mit ungewöhnlich hohem Druck, werden Salzgehaltmesser mit zehnfacher Empfindlichkeit benutzt.

Bei derartigen Kesselanlagen überwacht man neuerdings nicht nur den Salzgehalt des Kesselwassers, sondern auch den des Speisewassers. Da Salz und andre Unreinigkeiten nur mit dem Speisewasser in die Kessel gelangen können, wird eine Verunreinigung auf diese Weise viel schneller festgestellt, als wenn erst das ganze Kesselwasser mit Salz angereichert wird. Außer der Anzeigeskala, die an jedem beliebigen Platz im Kessel- oder Maschinenraum angebracht werden kann, sind Warnungslampen vorgesehen, die schon bei geringem Salzgehalt aufleuchten, und Warnungsklingeln, die bei höherem Salzgehalt in Tätigkeit treten. Daß man dem Vorbeugen einer Versalzung von Hochdruck-Kesselanlagen in Großbritannien höchste Bedeutung beimißt, geht auch daraus hervor, daß die zu solchen Anlagen gehörigen Kondensatoren geteilt werden, und daß man das aus jedem Kondensator zurückgeführte Speisewasser für sich auf den Salzgehalt prüfen kann. Diese Anordnung ermöglicht, den Teil des Kondensators, der Undichtigkeiten zeigt, sofort abzuschalten und dadurch ohne Störung des Betriebes ein Verschmutzen der Kesselanlage zu verhindern. („Fairplay“ 5. Mai 1927 S. 233) [N 549] C.

Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampfturbinen-Leiträder

Von Dr. sc. techn. Huggenberger, Zürich[1])

Nach einem Hinweis auf die mathematische Lösungsmöglichkeit der Festigkeitsaufgaben halbkreisförmiger Platten werden die eingehend ausgeführten Versuche zur Bestimmung der verformten Mittelfläche und des Auflagedruckes kurz beschrieben. Die an der Hand von Versuchsergebnissen ausgearbeiteten praktischen Verfahren zur Ermittlung der größten Durchbiegung halbkreisförmiger Platten und Leiträder werden angedeutet.

Die Leiträder von Dampfturbinen werden im allgemeinen nicht aus einem Stück ausgeführt. Formeln für die genaue Form der durchgebogenen Mittelfläche, die größte Durchbiegung und die größte Spannung sind selbst für die halbkreisförmige Platte gleichbleibender Dicke nicht bekannt. Ein Bild über die Formänderung und Verteilung der Spannungen kann nur die Lösung der partiellen Plattendifferentialgleichung vierter Ordnung mit Berücksichtigung der Randbedingungen geben. Da dieses Rechenverfahren schwierig ist, wurde versucht, die Aufgabe nach dem Verfahren von Ritz näherungsweise zu lösen, dabei wurde ebenfalls kein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht. Hiernach wurden für die Ausarbeitung eines praktisch brauchbaren Rechenverfahrens eingehende Versuche mit kreisförmigen und halbkreisförmigen Platten stets gleicher und veränderlicher Dicke, mit und ohne Nabenloch, sowie mit kreisförmigen und halbkreisförmigen Leiträdern ausgeführt.

Verformung der Plattenmittelfläche

Zur Feststellung der verformten Mittelfläche der Platte und des Leitrades diente die in Abb. 1 und 2 dargestellte Einrichtung. Um den Fall der freiaufliegenden Platte möglichst restlos zu verwirklichen, ruht die Platte *a*, Abb. 2, mit ihrer unteren Randfläche auf einem Gummiring mit $10 \times 10\,mm^2$ Querschnitt, der seinerseits auf einem zweiten Gummiring *g* von $40 \times 40\,mm^2$ liegt. Die Platte wird gegen den Deckelrand *e* durch einen auf der Plattenseite leicht abgerundeten $8 \times 8\,mm^2$-Eisenring *j* abgestützt, so daß die Platte längs einer kreisförmigen Linie aufliegt. Das durch den Druckraum fließende Wasser wird mit Hilfe eines Regelhahns auf den gewünschten Druck abgedrosselt. Pressungen bis zu 0,15 at wurden mit Hilfe einer Wassersäule, höhere Drücke mit einer Quecksilbersäule gemessen, wobei das Gewicht der Platten und Taststäbe berücksichtigt wurde. Mit Hilfe der Taststäbe wurden die sich in 104 Meßstellen, Abb. 3, einstellenden Auslenkungen nach der Deckelaußenseite übertragen und mittels eines Mikrometers von dem feststehenden Tische *d*, Abb. 2, auf $^1/_{100}$ mm genau gemessen. Die bei der kreisförmigen Platte ermittelten Auslenkungen ζ stimmten gut mit den aus den bekannten Gleichungen berechneten Werten überein.

[1]) Auszug aus Heft 280 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure.

Abb. 1
Versuchseinrichtung zur Messung der Durchbiegungen

Abb. 2
Einrichtung zur Untersuchung halbkreisförmiger Platten

a frei aufliegende durchlochte Platte
b Druckplatte
c Druckspindel mit Handrad
d Meßtisch
e Deckel des Gehäuses
f Anzeigevorrichtung
g Gummiring
h Kupferblech
j Eisenring
p Flüssigkeitsdruck

Bei der kreisförmigen Platte mit Nabenloch, der halbkreisförmigen Platte und bei Leiträdern schließt ein 0,5 mm dickes Kupferblech *h*, Abb. 2, den Druckraum ab. Die gemessenen Verschiebungen ζ normal zur Mittelfläche sind als Beispiele in Abb. 4 bis 9 für die halbkreisförmige Eisenplatte gleichbleibender Dicke mit Nabenloch wiedergegeben.

Bemerkenswert ist der für halbkreisförmige Platten kennzeichnende lineare Verlauf der Schnittlinien, in denen die verformte Mittelfläche durch Ebenen senkrecht zum freien Durchmesser geschnitten wird. Die verformte Mittelfläche kann somit praktisch als Regelfläche angesehen werden, deren Erzeugungsgerade stets parallel zum Halbmesser $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ist, Abb. 3, und die ebene halbkreisförmige Randlinie sowie den verformten freien Durchmesser als Leitkurven hat. Bei der halbkreisförmigen Platte mit dem Nabenlochhalbmesser b tritt die größte Durchbiegung in den Eckpunkten $r = b$, $\varphi = 0$ und

Abb. 3
Verteilplan der Meßstellen nach Polarkoordinaten (r, φ) und rechtwinkligen Koordinaten (x, y)

π auf, während sich die größte Spannung im Punkte $r = b$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$ einstellt. Die Versuchergebnisse lehren, daß durch Halbieren der vollen Platte die größte Durchbiegung etwa auf den 2½fachen und die größte Spannung auf den rd. 1½fachen Wert ansteigt. Halbiert man hingegen eine gelochte, kreisförmige Platte, so wächst die größte Durchbiegung auf den doppelten Betrag, während die größte Spannung annähernd gleich bleibt.

Verlauf des Auflagedruckes

Durch eine Reihe schwieriger und zeitraubender Versuche gelang es, die wirkliche Verteilung des Auflagedruckes zu bestimmen. Abb. 10 stellt einen Schnitt durch die Versuchseinrichtung dar. Der halbkreisförmige Rand der Platte *a* wird in Abständen von je 96 mm durch zweckmäßig ausgebildete Bolzen *f* gestützt.

Die Feinmeßgeräte *k*, an denen man $^1/_{1000}$ mm ablesen und $^1/_{10\,000}$ mm schätzen kann, werden in drei aufeinanderfolgenden Stützpunkten aufgestellt, so daß die Nase des Tasthebels den polierten Rand der Plattenoberfläche senkrecht über dem Bolzen *f* berührt. Nachdem die Zeigerstellung vermerkt ist, wird der mittlere Stützbolzen durch die Wage *g, h, o, p* angehoben, so daß das gabelförmige Unterlagblech *u*, das zwischen dem Bund des Bolzens und dem Rande des Deckels *e* liegt, entfernt werden kann. Der Auflagedruck ruht nun auf der Wage, die soweit belastet wird, bis die Zeiger und damit der Plattenrand die ursprüngliche Lage wieder einnehmen.

Die gemessene Belastung in kg ist nicht zu verwechseln mit dem theoretischen Auflagegegendruck, der sich auf die Längeneinheit bezieht. Nachdem der Auflagedruck ermittelt ist, wird das Unterlagblech *u* wieder eingelegt und die Wägeeinrichtung entfernt. Die Zeiger der Tastapparate müssen ihre ursprüngliche Lage wieder einnehmen. In Abb. 11 sind als Beispiele die gemessenen Auflagedrücke für eine halbkreisförmige Eisenplatte ohne Nabenloch von gleichbleibender Dicke (10,8 mm) und veränderlicher Dicke mit Nabenloch über der abgewickelten Randlinie in den Stützpunkten 1 bis 13 als Ordinaten aufgetragen. Die Ordinatenendpunkte sind durch einen Kurvenzug verbunden.

Die Versuche mit mehreren Platten führten zu den folgenden bemerkenswerten Ergebnissen:

In den Eckpunkten (Stützpunkt Nr. 1, $\varphi = 0, \pi$) tritt der größte Auflagedruck als Einzelkraft auf. Er beträgt

Abb. 4 und 5
Durchbiegung in radialer Richtung (φ = konst)

Abb. 6 bis 9
Durchbiegung in x-Richtung (y = konst) und y-Richtung (x = konst)

Abb. 4 bis 9. Durchbiegungen einer halbkreisförmigen Flußstahlplatte mit $2a = 1498$ mm Dmr., Nabenloch von $2b = 300$ mm Dmr. und gleichbleibender Dicke $2h = 25{,}9$ mm

Abb. 10
Schnitt durch die Versuchseinrichtung

a Platte
d Walzenlager
e Deckel des Gehäuses
f Stützbolzen
g Wagebalken
h Schneidenlagerung
o Lagerbock
p Ausgleichgewichte
m, n Lager des Gehäusedeckels
l U-Eisen-Konsole
k Feinmeßgerät
u gabelförmiges Unterlagblech

Abb. 11 (unten) Gemessener Auflagedruck der halbkreisförmigen Eisenplatte mit h = konst = 10,8 mm ohne Nabenloch und der halbkreisförmigen Eisenplatte veränderlicher Dicke: $h = h_a : (2 - r/a)$ mit Nabenloch bei gleichbleibender gleichförmiger Belastung

Abb. 12
Zerlegen der halbkreisförmigen Platte in Streifen

rd. ¼ der gesamten Belastung. Während die beiden Eckpunkte ($\varphi = 0$ und π) liegen bleiben, hebt sich der unmittelbar anschließende Plattenrand von seiner Unterlage ab. Die Reichweite des sich abhebenden Plattenrandes (wie z. B. für die Eisenplatte gleicher Dicke aus Abb. 11 ersichtlich ist, bis über Stützpunkt 4 hinaus) nimmt mit wachsender Belastung zu, jedoch immer langsamer, so daß sich von einer bestimmten Belastung an die Reichweite nicht mehr merklich ändert. Die Reichweite des sich abhebenden Plattenrandes erstreckt sich, vom Endpunkte gemessen, bis auf ¼ der halbkreisförmigen Auflagelinie. Im Gebiete stetiger Verteilung erreicht der gemessene Auflagedruck bei $\varphi = 52°$ einen Höchstwert, der für je 10° Zentriwinkel rd. 3 vH der gesamten Belastung beträgt. Im Punkt $\varphi = \frac{\pi}{2}$ weist der gemessene Auflagerdruck einen Kleinstwert auf, der für je 10° Zentriwinkel rd. 1 vH der gesamten Belastung ausmacht. Die bis dahin als selbstverständlich angenommene Randbedingung $\zeta = 0$ trifft tatsächlich nicht zu und ist durch eine Funktion $\zeta(\varphi)$ zu ersetzen, Abb. 11. Für den Fall, daß am Rand überall $\zeta = 0$ ist, wurden ebenfalls Versuche ausgeführt, gestrichelte Linien in Abb. 11.

Zeichnerische Ermittelung der größten Durchbiegung für halbkreisförmige Platten gleichbleibender und veränderlicher Dicke ohne und mit Nabenloch

Der Kenntnis der größten Durchbiegung kommt eine besonders hohe Bedeutung zu, weil ein Überschreiten des kleinen Spielraumes zwischen Leit- und Laufrad die Betriebsicherheit gefährden kann. Nach Aussagen von Fachmännern sind Leiträder mit Spannungsrissen im Betriebe bis zum Einbau des Ersatzes geduldet worden, wenn die größte Durchbiegung das gegebene Spiel nicht überschritt. Ausgehend von den angeführten Versuchsergebnissen soll nun ein zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung der größten Durchbiegung entwickelt werden. Da der Halbmesser $r = 0$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$, Abb. 12, praktisch als Gerade angesehen werden darf, denken wir uns das vom Auflager befreite, durch Flüssigkeitsdruck belastete Plattenviertel längs dieser Geraden eingespannt und bringen am Rande die Auflagerkräfte an. Wir zerlegen das Plattenviertel in Streifen parallel zur y-Achse. Betrachten wir beispielsweise den Schnitt x in Abb. 12, so wirkt im Schwerpunkt des wegfallenden Plattenteiles mit den Koordinaten ξ_P, η_P der resultierende Flüssigkeitsdruck P und in der Randnähe im Punkte S mit den Koordinaten ξ_s, η_s der resultierende Auflagerdruck S_r. Reduzieren wir diese Kräfte nach

der Schnittmitte mit den Koordinaten $x, \frac{y}{2}$, so erhalten wir eine Einzelkraft als Summe von P und S_r, ein Biegungsmoment $B = S_r \xi_s - P \xi_p$, und ein Drehmoment $T = S_r \eta_s + P \eta_p$. Infolge des Biegungsmomentes verbiegt sich jeder Streifen um eine zur y-Achse parallele Drehachse. Die in dieser Weise verformte Mittelfläche hat die Gestalt einer Zylinderfläche, und der verformte freie Durchmesser kann im Sinne der Balkenbiegetheorie als elastische Linie angesprochen werden, deren Winkeländerung $\Delta \alpha$ nach der Gleichung

$$\Delta \alpha = \frac{B}{J E} \Delta x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

zu ermitteln ist, wo J das Trägheitsmoment bedeutet. Die elementare Konstruktion der Biegungslinie an Hand dieser Gleichung ergibt z. B. den in Abb. 13 dargestellten Verlauf und damit die größte Auslenkung ζ_B. Die Begrenzungslinien des Streifens verdrehen sich unter dem Einflusse des Drehmomentes T. Der Verdrehungswinkel $\Delta \vartheta$ befolgt einen der Biegungsgleichung (1) ähnlichen Ausdruck

$$\Delta \vartheta = \frac{T}{K G} \frac{\Delta x}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2),$$

worin K als „Drehwiderstand" das polare Trägheitsmoment des Kreisquerschnittes vertritt. Der Schubmodul G ist mit dem Elastizitätsmodul E durch die bekannte Gleichung $G = E : 2(1 + \nu)$ verknüpft. Mit Hilfe der Analogie von Drehbeanspruchung[1]) und „Seifenhautbiegung"[2]) von Prandtl erhält man unter der Annahme, daß der Spannungshügel als Parabelfläche angesehen werden darf, zur Berechnung des Drehwiderstandes für langgestreckte, schmale Querschnitte zuverlässige Formeln.

Man ermittelt die Randlinien der Platte, indem man die Einzelbeträge zusammenzählt, was am übersichtlichsten durch zweckmäßig angelegte Zahlentafeln geschieht. Infolge der Verdrehung heben sich die Punkte am Durchmesser, während sich die Punkte am Umfang senken. Für das genannte Beispiel beträgt die größte Auslenkung nach Abb. 13 mit $a = 74{,}85$ cm und $h_0 = 2{,}0$ cm $\zeta = \zeta_B + \zeta_T = 2{,}06\,p$, während der Versuch $1{,}94\,p$, d. h. einen um 7 vH kleineren Wert ergab; a bedeutet hierbei den Halbmesser des Auflagerkreises und h_0 die halbe Dicke der Platte in der Mitte. Die theoretische Auflagerlinie liegt in gleicher Weise wie die Trennungslinie in Abb. 15 in der Ebene ABC und erscheint somit im Aufriß, Abb. 13, als Ellipse, die sich in diesem Beispiele mit der berechneten Auflagerlinie deckt. Selbst in den Fällen, wo sich zwischen der berechneten und der theoretischen Auflagerlinie Abweichungen ergeben, stimmt die ermittelte größte Durchbiegung mit dem Versuchswert gut überein.

[1]) Vergl. Föppl, Bd. 5 (1920) Seite 168.
[2]) Vergl. Griffith, The use of the soap films in solving torsion problems, „Engineering" Bd. 104 (1917) S. 652.

Abb. 14
Annahmen über die Verteilung der Reaktionskraft N am Leitrad

Abb. 13
Rechnerische Bestimmung der verformten Randlinien und der größten Durchbiegung einer Gußeisenplatte veränderlicher Dicke $h = h_0 : (1 + r^2/a^2)$ ohne Nabenloch

Zeichnerische Ermittlung der größten Durchbiegung für halbkreisförmige Leiträder

Unter der Annahme, daß der Wendepunkt in der halben Schaufellänge liege, zerlegen wir das halbkreisförmige Leitrad durch die kreisförmige Trennungslinie, welche die Schaufelmitten verbindet, in Boden und Ring. Die an den Schaufelschnitten wirkenden Reaktionen müssen so beschaffen sein, daß die Verformungen von Boden und Ring an der Trennungstelle gleiche Auslenkungen ergeben. Die mit der Schubkraft N als einziger Reaktionskraft durchgeführte Rechnung ergibt für die größte Durchbiegung eine gute Übereinstimmung mit dem Versuchsergebnis, so daß man von der Berücksichtigung der weniger wirksamen Reaktionen praktisch absehen darf. Die Größe der Reaktionskraft N ist in Anlehnung an die ermittelte Verteilung des Auflagedruckes so zu wählen, daß die Summe aller N gleich der Bodenbelastung ist und im Schnitt $\varphi = \frac{\pi}{2}$ das Drehmoment aus Symmetriegründen null wird. Die Annahme der Verteilung der Reaktionskraft, Abb. 14, ist soweit zu ändern, bis die beiden Trennungslinien ineinander übergehen. Die Ergebnisse nähern sich rasch, so daß bei zweckmäßiger Annahme der „N-Kurve" schon ein- bis zweimalige Durchrechnung zu praktisch hinreichend genauen Ergebnissen führt.

Die Formänderung des Bodens wird in der oben für die halbkreisförmige Platte angedeuteten Weise ermittelt. Die Auslenkung der Schaufelmitte tritt als neue Rechnungsgröße hinzu, so daß man für die halbkreisförmige Trennungslinie die resultierende Auslenkung

$$\zeta_1 = \zeta_B + \zeta_T + z_s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Abb. 15, erhält. Nach einem neuen Rechenverfahren wird sodann die Verformung des Ringes ermittelt, der im Schwerpunktkreis gestützt ist. Ist P_{r_1} der resultierende Flüssigkeitsdruck für die Längeneinheit des Ringes, l_2 der Abstand vom Ringschwerpunkt und r_p vom Leitradmittelpunkt, N_1 die auf die Längeneinheit im Trennungskreis vom Halbmesser r_1 wirkende Schubkraft, l_1 und r_1 ihr Abstand vom Ringschwerpunkt und Leitradmittelpunkt, so haben das im Ringquerschnitt wirkende Biegungsmoment M_b und das Drehmoment M_d den beiden Differentialgleichungen

$$\frac{M_d}{d\varphi} - M_b + (N_1 r_1 l_1 + P_{r_1} r_p l_2) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4),$$

$$\frac{M_b}{d\varphi} = k M_d, \quad k = \frac{J E}{K G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

zu genügen. Für die praktische Berechnung ersetzt man die Differentiale durch endliche Differenzen. Für das erste Element bei $\varphi = 0$ ist das Drehmoment gleich null,

Abb. 15
Verformung von Boden und Ring des halbkreisförmigen Leitrades

während man ein beliebiges Biegemoment annimmt. Tatsächlich ist am freien Ende kein Biegemoment vorhanden. Dieser Widerspruch, der hier nicht näher begründet werden soll, ist für das Rechenverfahren ohne Bedeutung. Durch Auflösen beider Gleichungen nach den Elementen erhält man eine erste Lösung M_{b_1}, M_{d_1}. Nun setzt man das Störungsglied in Gl. (4) gleich null und ermittelt von der reduzierten Gleichung, die der homogenen Differentialgleichung entspricht, eine Lösung M_{b_2}, M_{d_2} mit den gleichen Anfangsbedingungen. Die allgemeine Lösung lautet alsdann

$$M_b = M_{b_1} + \lambda M_{b_2}; \quad M_d = M_{d_1} + \lambda M_{d_2} \quad . \; . \; . \; (6).$$

Die Bedingung, daß $M_{d_1} = 0$ sein muß, infolge Symmetrie für $\varphi = \frac{\pi}{2}$, ermöglicht die Bestimmung von λ, wodurch M_b, M_d und β in Abhängigkeit von φ festgelegt sind. Es verdreht sich jeder Ringquerschnitt um den Winkel β, so daß gemäß Abb. 15

$$\zeta_2 = z_d + z_s \quad . \; . \; . \; . \; (7)$$

die gesamte Einsenkung der Schaufelmitte M_0 ist, wo $z_d = l, \sin\beta$, und z_s von der Durchbiegung der Schaufel herrührt, die bereits von der Berechnung des Bodens her bekannt ist.

Unter der Voraussetzung, daß der Auflagerkreis eben bleibe, kann nun die Form der Trennungslinie des Ringes aufgezeichnet werden. In dem Falle, wo die angenommene Verteilung N mit dem wirklichen Verlauf übereinstimmt, werden sich die Trennungslinien von Boden und Ring decken und wir erhalten für die größte Durchbiegung des Leitrades

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_2 = \zeta_B + \zeta_T + 2\, z_s + z_d \quad (8).$$

In Abb. 16 ist beispielsweise die Ermittlung der verformten Trennungslinie von Boden und Ring eines Escher-Wyss-Leitrades dargestellt, während Abb. 14 die verschiedenen Annahmen über die Verteilung der Schubkraft N zeigt, die in ihrem Verlauf möglichst weit voneinander abweichend angenommen wurden, damit man sieht, daß sich die Ergebnisse rasch nähern.

Der ermittelte Wert für die größte Durchbiegung ζ ist für die vier Fälle und $p = 1$ at aus Zahlentafel 1 ersichtlich.

Zahlentafel 1

Fall	1	2	3	4
ζ . . . . cm	0,361	0,365	0,378	0,385
Abweichungen vom Versuchswert vH	11	10	8	5

Der Versuch ergab eine größte Durchbiegung von 0,405 ($p = 1$ at), so daß für Fall 4 noch ein Unterschied von 5 vH vorhanden ist. Eine weitere Durchrechnung unter nochmaliger Berichtigung der N-Verteilung ist praktisch überflüssig.

Die rechnerische Ermittlung der größten Durchbiegung von kreisförmigen Leiträdern ergab für $p = 1$ at eine größte Durchbiegung von 0,184 cm für das obengenannte Leitrad, d. h. das Verhältnis der größten Durchbiegungen bei halbkreisförmigem und kreisförmigem Leitrad beträgt $\beta = 2{,}18$, während für Platten ohne Schaufeln 2,37 erhalten wurde. Die größte Durchbiegung des halben Leitrades ließe sich in der Weise berechnen, daß zuerst der Biegungspfeil des entsprechenden Leitrades bestimmt wird, um mit Benutzung des Beiwertes β auf den gesuchten Wert zu schließen. Um sicher zu gehen, sollte der Wert β noch für einige Leiträder in gleicher Weise nachgeprüft werden.

Um die Gültigkeit der angewendeten Biegungs- und Verdrehungsgleichungen mit Rücksicht auf die Plattendicke zu prüfen, wurden mit einer Anzahl rechteckiger und halbkreisförmiger Platten geringer Dicke Biegungs- und Verdrehungsversuche ausgeführt. Die Versuche zeigten, daß bei dünnen Platten schon bei mäßiger Inanspruchnahme Verdrehung und Moment nicht mehr in linearem Zusammenhang stehen. Bei den Leiträdern befinden wir uns in linearem Gebiet. [B 2603]

Abb. 16
Bestimmung der verformten Trennlinie von Boden und Ring eines Escher-Wyss-Leitrades

Fachsitzung Betriebstechnik

gelegentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg am 30. Mai 1927

Der Vorsitzende, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Köttgen, wies in seiner Begrüßungsansprache darauf hin, daß der Ingenieur sich unbedingt mehr als bisher mit der Frage der Verwendung und Verarbeitung des Holzes beschäftigen müsse. Um die verschiedenen Bestrebungen einheitlich zusammenzufassen, ist beim Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung ein Ausschuß für Holzindustrie gegründet worden, in dem Fachleute und Ingenieure, Holzmaschinenindustrie und holzverarbeitende Betriebe gemeinsam an der Klärung der vielen noch ungelösten Aufgaben arbeiten werden. Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure wird sich an diesen Arbeiten, die der gesamten deutschen Wirtschaft: Erzeugern und Verbrauchern, gleichermaßen zugute kommen, lebhaft beteiligen. Vor allem wird sie auf dem Sondergebiet der Ermittlung von Arbeitzeiten tätig sein.

Der erste Redner, Oberförster Dr. Hausendorff, Grimnitz, verstand es, in seinen klaren Ausführungen über „Holz als Werkstoff" darzulegen, daß es möglich sei, durch eine zielbewußte Steigerung des jährlichen Ertrages die holzverarbeitende Industrie vom Ausland unabhängig zu machen, wozu auch die Behandlung des gefällten Holzes im Wald und eine zweckmäßige Form des Einschnittes beitragen könne, vergl. Heft 22 dieser Zeitschrift, S. 764.

Der zweite Vortragende, Dipl.-Ing. W. Müller, Spandau, brachte einen Ausschnitt aus dem wichtigen Gebiet der Arbeitsvorbereitung und der Betriebsmittel der Holzbearbeitung, s. S. 797 des genannten Heftes, und als dritter Redner teilte Oberregierungsbaurat Bardtke, Wittenberge, die Erfolge mit, die die Deutsche Reichsbahn durch die Umstellung ihrer Ausbesserwerke auf neuzeitliche Verfahren der Fertigung auch von Holzteilen erreicht hat, vergl. Z. Heft 22 S. 746.

An die Vorträge schloß sich eine außerordentlich lebhafte Aussprache an, an der sich Vertreter der verschiedensten Richtungen beteiligten. Dir. Schwarze, Köln, bat um nähere Angaben über die Möglichkeiten, die der Forstwirtschaft zur Ertragsteigerung zur Verfügung stehen. Wenn bislang bei der Holzbearbeitung neuzeitliche Verfahren noch nicht in genügendem Umfang angewendet seien, so kann man als Ursache hierfür nur die Trägheit der Menschen ansehen, die an überkommenen Arbeitsweisen zu ihrem eigenen Schaden zu lange festhalten. Wenn dem Ingenieur ein Anreiz gegeben werden soll, sich mit der Frage der Holzbearbeitung zu beschäftigen, so darf diese, wie überhaupt die ganze Holzindustrie, nicht mehr als nebensächlich behandelt werden, und auch die Behörden müssen die sparsame Holzwirtschaft mehr fördern. Bei der Reichsbahn wird z. B. viel zu viel Wert auf Ast- und Rißfreiheit gelegt. Hierdurch wird die Holzindustrie in eine ungünstige Richtung gedrängt.

Forstrat Ebert, Walldürn, begrüßte den ersten Versuch, Forstleute und Ingenieure zu einem Erfahrungsaustausch zusammenzuführen. Holzhandel und Industrie müssen dem wissenschaftlich und wirtschaftlich geschulten Forstmann sagen, welche Ansprüche sie stellen. Man darf sich nicht auf eine Vergrößerung der Waldfläche durch Ödlandaufforstung usw. beschränken, sondern muß vor allem versuchen, durch geeignete Bodenpflege, durch Aufforstung mit hochwertigen Nutzhölzern, durch Abkehr von der Kahlpflugwirtschaft und ähnlichen Maßnahmen den Ertrag zu steigern.

Hierfür liegen die Verhältnisse zumal bei dem guten Waldboden Süddeutschlands wesentlich günstiger als in Preußen. Besondere Bedeutung kommt der Pflege der besseren Laubholzarten wie Birke, Erle, auch Pappel zu. In Baden wird man an Stelle der ausgedehnten Buchenwaldungen andre Hölzer bevorzugen müssen. Bei der Buche kann man bei hundertjähriger Umtriebzeit mit einem jährlichen Gesamtzuwachs von 6 bis 8, bei der Tanne bei gleichem Boden mit 10 bis 14 Festmetern/ha rechnen. Man muß gute Mischbestände nicht nur anlegen, sondern auch aufziehen und ständig bessern. Zum Schluß richtete der Redner einen Aufruf an die Regierung, das nötige Kapital für eine richtige Bewirtschaftung des Waldes aufzuwenden.

Geschäftsführer Hosenferd, Mergentheim, macht auf die besondere Bedeutung genau arbeitender Gatter aufmerksam, da wir bei unsrer Holzknappheit die durch das ungenaue Arbeiten der sehr schnell laufenden Gatter entstehenden Verluste nicht vertragen. Daß die vom zweiten Vortragenden erwähnte künstliche Trocknung der Lufttrocknung überlegen sei, könne er nicht bestätigen. Bei der im dritten Vortrage nachgewiesenen Lohnersparnis von 80 vH sei ihm zweifelhaft, ob die Kosten für Anschaffung neuer Maschinen sowie für Zusammenlegung der Werkstätten und Umbau genügend berücksichtigt seien.

Betriebsleiter Alerz, Koblenz, wies auf die Bedeutung des Holzbiegens hin. Die in Deutschland hierfür hergestellten Sondermaschinen entsprechen einstweilen noch nicht den Wünschen der Praxis. Ebenso ist dringend erforderlich, daß einfachere Verfahren für das Polieren ausgearbeitet werden, eine Arbeit, bei der man bislang allzu sehr auf Spezialarbeiter angewiesen ist. Er sieht eine Verbesserung in der Behandlung des Holzes mit Zelluloselacken. Zum Thema der künstlichen Trocknung führt er einen Fall aus seinem Werk an, wobei es gelungen sei, die gesamten Arbeiten vom Fällen des Holzes bis zum Abliefern eines Sessels an ein Essener Kaffeehaus auf 14 Tage zusammenzudrängen. Wesentlich ist auch für die Beschleunigung des Durchlaufs und die Verringerung der Kosten, daß dem eigentlichen Facharbeiter in möglichst weitgehendem Maß alle Nebenarbeiten, wie Zureichen, Einspannen usw., durch Hilfsarbeiter abgenommen werden.

Dir. Cohn-Wegner, Berlin, hob als erfreuliche Tatsache hervor, daß man beginne, sich mit der Holzveredelung näher zu beschäftigen. Eine Form veredelten Holzes ist das Sperrholz. Namentlich in der mechanischen Industrie, die doch auch in großem Umfange Holz verwenden muß, ist viel zu wenig bekannt, welche konstruktiven Verbesserungen und welch große Gewichtersparnis durch Verwendung von Sperrholz erzielt werden kann. Bei wasserfester Verleimung kommt man auf Festigkeiten von 52 kg/cm². Ein wertvoller Werkstoff für die Herstellung des Sperrholzes ist die Buche, deren Anbau nach wie vor wichtig ist. Der Forstmann muß die Industrie aufklären, wie die Verwendung des Holzes durch richtiges Dämpfen, Trocknen, Verleimen usw. wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Zum Werkstoff gehört auch eine „Gebrauchsanweisung". Bei der künstlichen Trocknung darf man nicht zu hohe Temperaturen anwenden, sondern muß vor allem für ausreichende Luftbewegung sorgen. — Den Anstoß für die Normung muß die Industrie geben.

Obering. Kresse, Breslau, sprach über die glänzenden Einrichtungen schwedischer Sägewerke. Diesen steht, im Gegensatz zu Deutschland, ein vorzüglich ausgebildeter Facharbeiterstamm zur Verfügung. Die deutschen Gatterfabriken können heute Gatter von 50 Festmeter Stundenleistung liefern. Über Holz als Werkstoff wird die in Aussicht genommene Werkstofftagung in großem Umfang Aufschluß geben müssen. Der Verein deutscher Ingenieure wird sich verdient machen um die gesamte Wirtschaft, wenn er die Technik in der Holz- und Forstwirtschaft ebenso fördert, wie die Technik in der Landwirtschaft.

Im Schlußwort erklärte Dr. Hausendorff, daß es der Forstwirtschaft sicher gelingen werde, die notwendige Ertragsteigerung zu erzielen. In Norddeutschland stehen im Mittel nur 100 Festmeter auf 1 ha Waldfläche, während 200 Festmeter durchaus erreichbar sind. Dringend notwendig ist, daß man zunächst einmal die Eigenschaften des Holzes genauer als bisher untersucht, dann kann man auch zur Normung kommen.

Dipl.-Ing. Müller teilte noch mit, daß die Landmaschinen-Industrie heute schon in großem Umfange Sperrholz verwendet und auch der Normung starkes Interesse entgegenbringt. Oberregierungsbaurat Bardtke ergänzte seine Angaben durch die Mitteilung, daß die infolge der Umstellung bei der Reichsbahn gemachten Ersparnisse die Kosten schon nach einem halben Jahr getilgt haben.

[N 545] Ko.

Massenanfertigung mittels Abwälzschablone auf einer gewöhnlichen Spitzendrehbank

Schwungscheiben mit Wulstrand, die in größeren Mengen herzustellen sind, lassen sich auf einer gewöhnlichen Spitzendrehbank in kurzer Zeit bearbeiten, wenn man die Drehbank mit einer Abwälzschablone für die Bewegung des Drehstahles ausrüstet. Formstahl kann man nicht verwenden, da die dünnwandigen harten Schwungscheiben selten einen sauberen Schnitt ergeben. In einem solchen Falle kann man sich auf folgende Weise helfen: Im Revolverkopf des Werkzeugschlittens wird ein Schieber angebracht, der auf der einen Seite den Schneidstahl trägt und sich auf der andern Seite mit einer Rolle im Schlitz einer Schablone führt. Die Schieberführung wird für spielfreie Bewegung passend geschliffen. Die ebene Schablone wird drehbar angeordnet; auf der einen Seite des Drehpunktes befindet sich der Führungsschlitz für die Schieberrolle, auf der andern ein Zahnbogen. Dieser wälzt sich auf einer Zahnstange ab, wenn der Querschlitten mit der Hand oder selbsttätig bewegt wird. Die Schlittenbewegung quer zum Drehbankbett überträgt sich über die Schablone auf den Stahlhalter (Schieber), der entsprechend der Form des Werkstückes gleichzeitig längs und quer bewegt wird. („Werkstattstechnik" Bd. 21 (1927) S. 257). [N 566] Pa.

Städtische Elektrizitätsversorgung in Südafrika

mit besonderer Berücksichtigung Kapstadts

Von Prof. Hermann Bohle, Kapstadt

Allgemeine Landesverhältnisse und Allgemeines über die Elektrizitätswirtschaft der Städte — Tarifpolitik in Kapstadt — Erleichterung der Anschlüsse — Werbung — Erfolge der Maßnahmen

Allgemeines

Die folgenden Betrachtungen haben besonderen Wert, wenn man Südafrika als Beispiel für ein Absatzgebiet deutscher Erzeugnisse ansieht; denn ähnliche Verhältnisse dürften in vielen Ländern vorliegen, die sich aus ehemaligen Kolonien entwickelt haben.

Die Union von Südafrika bedeckt einen Flächenraum von über 2 Mill. km², hat aber nur eine kleine Bevölkerung. Die Zahl der Weißen beträgt 1 672 000, die der Farbigen und Schwarzen rd. 6 Mill. Für eine Stromversorgung kommen Farbige und Schwarze auf dem Lande fast gar nicht in Betracht, und selbst in den Städten genügt es, sie mit 20 vH einzuschätzen.

Die Entfernung zwischen den Städten ist meistens so groß, daß Überlandkraftwerke nicht in Frage kommen, besonders da auf dem Lande Strom kaum verlangt wird. Eine Ausnahme könnte später für die Kaphalbinsel und die Gegend zwischen dem Rand und Pretoria gelten. Jede Stadt verlangt also ihr eigenes Elektrizitätswerk. Großstädte im europäischen Sinne gibt es nur drei: Johannesburg, Kapstadt und Durban, so daß die Kraftwerke im allgemeinen von kleineren Abmessungen sind. Eine Ausnahme bilden die großen Werke in Johannesburg und Umgegend, für den Betrieb der Goldminen erbaut und durch die Veröffentlichungen von Klingenberg bekannt[1]), dann das Kraftwerk für den elektrisch betriebenen Teil der Eisenbahn in Natal und das im Bau begriffene Werk für die Kapstädter Vorortbahn. Ein größeres Werk befindet sich auch in Kimberley zum Betrieb der Diamantenbergwerke, das auch die Stadt Kimberley speist, und ein weiteres in Somerset Strand bei Kapstadt für die De Beers-Dynamitfabriken.

Die Zustände bedingen es also, daß durchschnittlich das Anlagekapital im Verhältnis zur eingebauten Leistung sehr hoch ist. Wenn nun ein kleines Kraftwerk auf eignen Füßen stehen soll, so kann der Preis für die Kilowattstunde nicht allzu niedrig sein. Tatsächlich kostet in ganz kleinen Städten der Strom bis zu 1 ℳ/kWh für Licht und im Mittel 0,25 ℳ/kWh für Kraft, hauptsächlich zum Heizen und Kochen in kleineren Anschlüssen. Trotzdem erheben sich kleine Werke in allen Städtchen und selbst Dörfern, und es wird nicht lange dauern, bis jeder Ort von 600 weißen Einwohnern an sein Kraftwerk hat.

Als Betriebstoffe kommen Kohlen und Öl in Betracht. Wasserkraftanlagen gibt es nur wenige, weil die Niederschläge zu unregelmäßig und auf wenige Monate im Jahre beschränkt sind. Meistens müßten für Wasserkraftwerke kostspielige Dämme gebaut werden, so daß die Gesamtanlagekosten viel zu hoch würden. Ich habe für die Stadt Worcester ein kleines Wasserkraftwerk gebaut, das nur geringe Kosten erforderte, weil weder Rohrleitung noch Damm nötig waren. Die Rohrleitung für Trinkwasser wurde einfach durchschnitten, das Wasser durch zwei Peltonräder von je 60 PS geleitet und dann in dieselbe Rohrleitung zurückgeführt. Das Gefälle der 7 km langen Leitung betrug rd. 200 m. Nach drei Jahren erwies sich das Werk als zu klein, und in der Nähe der Eisenbahn wurde ein kleines Dampfkraftwerk von mir errichtet, das heute für 300 kW ausgebaut ist. Das Wasserkraftwerk habe ich für selbsttätigen Betrieb eingerichtet; es wird vom Dampfkraftwerk aus überwacht und gesteuert. Der Parallelbetrieb stellt sich sehr günstig, weil die Dampfmaschinen fast nur mit Vollast zu laufen brauchen.

Ein andres Wasserkraftwerk befindet sich in Paarl, aber auch dies Werk war bald zu klein, und heute wird Paarl von Kapstadt aus gespeist, da es nur 50 km entfernt davon liegt.

[1]) Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke, 2. Aufl. Berlin 1925; Z. Bd. 57 (1913) S. 4 u. f.

Die meisten kleinen Werke benutzen Sauggas als Betriebstoff. Die Kohlen dazu kommen aus Natal, von wo sie mit der Bahn herbeigeschafft werden müssen. Für größere Entfernungen ist ein Einheitsfrachtsatz vorgesehen, nämlich 1 £/907 kg (kleine Tonne). Der Preis von Anthrazit stellt sich dann auf rd 40 ℳ/t (metrisch). Die südafrikanische Kohle enthält viel Asche, bis zu 15 vH, und eine für europäische Verhältnisse genügende Erzeugeranlage würde mit südafrikanischer Kohle nicht die vorgeschriebene Gasmenge entwickeln. Diese Tatsache hat schon Rechtstreitigkeiten zur Folge gehabt. Bei einem Angebot sollte stets eine Analyse der Kohle verlangt werden. Für gründliche Reinigung des Gases ist ebenfalls Sorge zu tragen. Dieselmotoren sind auch im Betriebe, z. B. in Stellenbosch, Oudtshoorn, Cradock usw.

Die größeren Städte wie Johannesburg, Kapstadt, Kimberley, Pretoria, Durban, Port Elizabeth haben Dampfkraftwerke, meistens mit Turbinen. Zahlentafel 1 gibt Aufschluß über die Größenverhältnisse und den Stromabsatz der meisten Städte. Die farbige Bevölkerung wird dabei mit 20 vH eingesetzt.

Zahlentafel 1
Absatz der südafrikanischen Stadtelektrizitätswerke

Stadt	Inbetriebnahme	Bevölkerung		Gesamtabsatz	Absatz auf Kopf und Jahr kWh	
		Weiße	Farbige	1000 kWh	1924	1916
Johannesburg	1891	160 000	126 000	44 200	238	158
Durban	1897	49 025	46 216	41 872	718	460
Kapstadt	1895	115 700	85 740	27 767	226	132
Pretoria	1892	36 675	25 360	10 172	244	146
Port Elizabeth	1906	24 800	20 100	6 402	222	92
Bloemfontein	1900	19 500	20 000	4 366	189	121
East London	1899	17 800	13 000	4 123	202	96
Pietermaritzburg	1896	17 700	19 200	3 502	155	107
King Williamstown	1903	5 684	3 460	932	146	48
Kroonstad	1904	4 260	5 090	909	172	151
Ladysmith	1903	3 195	3 400	701	180	127
Potchefstroom	1912	7 218	4 600	384	47	15
Queenstown	1912	5 220	7 600	368	54	33
Klerksdorp	1911	3 195	2 473	334	90	45
Worcester	1915	4 100	4 900	295	54	13
Oudtshoorn	1911	5 600	5 100	226	32	19
Harrismith	1904	2 546	3 654	225	69	40
Stellenbosch	1914	3 700	3 600	220	49	23
Ermelo	1914	2 990	1 260	134	41	19
Greytown	1904	1 191	2 172	129	80	38
Cradock	1914	5 944	12 400	109	13	11
Heidelberg	1915	2 084	1 320	97	41	15
Heilbron	1904	1 500	1 500	97	55	22
Parys	1913	2 650	1 000	84	29	16
Newcastle	1902	2 055	2 220	70	28	33

Außer den in Zahlentafel 1 genannten Städten gibt es viele kleinere Orte, die seit Ende des Krieges Elektrizitätswerke errichtet haben, zum größeren Teile mit Sauggasbetrieb. Über weitere Städte fehlen genaue Angaben.

Man ersieht aus der Tafel sofort, wo die richtigen Leute am Ruder sind. Durban steht im Verbrauch auf den Kopf der Bevölkerung weitaus an erster Stelle. Das kommt hauptsächlich daher, weil dort kein Gaswerk besteht und der Preis für 1 kWh äußerst niedrig ist. Trotzdem ist der Verbrauch groß zu nennen, besonders wenn man bedenkt, daß Energie zum Heizen von Räumen überhaupt nicht erforderlich ist. Die Stadtverwaltung von Durban hat sich von vornherein als Ziel gesetzt, elektrische Energie so billig zu liefern, daß Gas überhaupt nicht damit in Wettbewerb treten kann.

Zahlentafel 2. Tarife[2])

	Durban	Johannesburg	Kapstadt
Licht . . . ₰/kWh	38,25	51	42,5
Heizen, Kochen „	5,31	12,75	8,5[3])
Kraft . . . . . „	17 bis 5,1	51 bis 12,75	17 bis 7
Großabnehmer[4]) „	7,2 „ 4,2	10,6 „ 4,25	17,7 „ 4,7

Zahlentafel 3
Wirtschaftlichkeit der Werke Durban und Johannesburg[5])

	Durban	Johannesburg
Stromabsatz . . . . . Mill. kWh	48	50
Selbstkosten . . . . . . ₰/kWh	10,15	16,5
Einkommen . . . . . . „	12,1	19,8
Nutzen . . . . „	1,95	3,3

Zahlentafel 4
Tarife für Kapstadt 1925

Stromverwendung	Strompreis ohne Abzug	Strompreis mit Abzug[6])
1. Licht . . . . . . ₰/kWh	59,5	42,5
Mindestbetrag im Monat . ℳ	5,78	5,10
2. Licht und Kraft mit einem Zähler für Privathäuser. 5 kWh auf ein Zimmer und einen Monat zum Tarif unter 1, wobei Küche, Diele, Keller, Badezimmer und Abort nicht mitgerechnet werden. Was darüber verbraucht wird, kostet ₰/kWh	10,6	8,5
Mindestbetrag im Monat . ℳ	11,50	10,20
3. Strom für Kleinkraft, Heizen und Kochen mit besonderem Zähler in Privathäusern, Gasthäusern, Gaststätten, Klubs ₰/kWh	10,6	8,5
Mindestbetrag im Monat . ℳ	11,50	10,20
4. Heißwasser mit 100 vH Belastungsfaktor auf einen Monat ohne Zähler und Mindestbetrag nach eingebauter Leistung ℳ/kW	43,10	30,60
5. Äußere Beleuchtung von Schaufenstern, Reklamebeleuchtung u. dergl. . . . . . ₰/kWh	30	21
6. Kraft für Motorbetrieb:		
bis 500 kWh . . . . ₰/kWh	21	20 vH Abzug
weitere 500 kWh . . ₰/kWh	17	
„ 1000 „ . . ₰/kWh	13	
darüber . . . . . . ₰/kWh	8,5	
Mindestbetrag . . . . . ℳ	11,50	10,20
7. Licht für Geschäftshäuser .	wie unter 1	
Kraft „ „	„ „ 6	
8. Großabnehmer, je nach dem Belastungsfaktor . . . ₰/kWh	17,7 bis 4,7	
Der Leistungsfaktor darf einen Wert von $\cos\varphi = 0{,}85$ nicht unterschreiten, sonst tritt eine Erhöhung ein. Eine Kohlenklausel ist im Liefervertrag stets eingeschlossen. Die Kurve des Belastungsfaktors fällt schnell ab. Im allgemeinen wird mit jedem Großabnehmer einzeln abgeschlossen.		
Mindestabsatz . . . kWh/Jahr	250 000	
9. Straßenbahnen auf der Gleichstromseite des Umformerwerkes. Die Straßenbahn besaß bisher ein eignes Kraftwerk. In Zukunft wird der Strom von der Stadt geliefert (Kohlenklausel) ₰/kWh	9	
10. Strom zwischen 12 h nachts und 6 h morgens . . . . ₰/kWh		4,25

[2]) Umgerechnet auf deutsche Währung: 1 d = 8,5 ₰.
[3]) Warmwasserbereitung 4,2 ₰/kWh.
[4]) Für Großabnehmer hängt der Preis vom Belastungsfaktor, Leistungsfaktor ($\cos\varphi$) und den Kohlenpreisen ab.
[5]) Die Zahlen für Kapstadt folgen in Zahlentafel 8.
[6]) Der Preis mit Abzug gilt, wenn innerhalb eines Monats nach Ablesen des Zählers bezahlt wird.

Für einen Vergleich mit europäischen Verhältniss[illegible] kommen nur die drei Großstädte Johannesburg, Kapsta[illegible] und Durban in Frage. In Johannesburg und Kapstadt si[illegible] Gaswerke in Betrieb. Die Haupttarife dieser Städte si[illegible] in Zahlentafel 2 verzeichnet.

Johannesburg ist also am teuersten, obgleich die Koh[illegible] vor der Türe liegt. Aber trotz der niedrigen Preise fä[illegible] das Kraftwerk in Durban den Steuerzahlern nicht z[illegible] Last, wie Zahlentafel 3 zeigt.

Die Erklärung dieser Unterschiede läßt sich wo[illegible] darin suchen, daß der Leiter des Johannesburger Ele[illegible]trizitätswerkes zugleich dem Gaswerk vorsteht und beid[illegible] Werken gerecht werden muß. Die Folge ist aber ei[illegible] gewisses Zurückbleiben von beiden Unternehmen. Wo ei[illegible] solcher Fall nicht vorliegt, hängt der Erfolg des Unte[illegible]nehmens zumeist vom Unternehmungsgeist des leitend[illegible] Mannes ab. Ist er auf seinem Platze, so wird er d[illegible] Stadtverordneten bald überzeugen, daß eine liberale Polit[illegible] den Steuerzahlern gegenüber stets am besten ist.

Die Versorgung Kapstadts

Von den drei Großstädten Südafrikas liegt Kapsta[illegible] am ungünstigsten. Die Kohle muß mehr als 1600 km we[illegible] mit der Bahn herbeigeschafft werden. Außerdem hat d[illegible] Stadt eine gewaltige Ausdehnung, so daß das Leitungsne[illegible] sehr teuer geworden ist. Von Bakofen bis Glencairn i[illegible] eine Entfernung von über 50 km. Da außerdem der Sta[illegible] ein Gaswerk zur Verfügung steht, allerdings im Priva[illegible]besitz, so sah sich der Stadtelektriker vor eine schwierig[illegible] Aufgabe gestellt, wollte er die Stromversorgung auch nu[illegible] annähernd der von Durban gleich günstig machen. Die[illegible] ist ihm in hohem Maße gelungen. Das jetzige Kraftwer[illegible] liefert Drehstrom und umfaßt heute Maschinen für meh[illegible] als 30 000 PS. Es hat Raum genug für weitere 10 000 P[illegible] ohne jede bauliche Veränderung, nachdem die alten Dampf[illegible]maschinen durch Turbinen ersetzt worden sind. Niedrige[illegible] Strompreis und erleichterte Abnahmebedingungen sind di[illegible] Grundlagen, auf denen der jetzige Chefelektriker de[illegible] Tarif Kapstadts aufgebaut hat, s. Zahlentafel 4.

Eine Kohlenklausel ist bei allen Verträgen mit Groß-abnehmern eingeschlossen, weil die Stadt nicht nach Gewicht, sondern nach Wärmeeinheiten bezahlt. Die Kohle[illegible] werden regelmäßig an der Universität untersucht.

Die Verteilung der Belastung ist in Zahlentafel [illegible] nachgewiesen. Die Kosten der Stromerzeugung und di[illegible] Gesamtkosten zeigt Zahlentafel 6.

Zahlentafel 5 und 6 sind recht aufschlußreich. A[illegible] Kohlen wird, auf die erzeugte Kilowattstunde gerechnet[illegible] halb so viel wie im Jahre 1917 verbraucht. Vor alle[illegible] Dingen aber zeigen die Tafeln den gewaltigen Aufschwun[illegible] in der Straßenbeleuchtung. Der dafür gelieferte Strom is[illegible] im Jahre 1925 um 50 vH größer als 1917. Im vergangene[illegible] Jahr ist die Straßenbeleuchtung wiederum stark verbesser[illegible] worden.

Zahlentafel 5. Verteilung der Last in kWh

	1919	1923	1925
Licht, Heizen, Kochen .	3 946 371	6 698 868	9 301 64[illegible]
Kraft.	4 300 781	5 660 398	7 367 97[illegible]
Großabnehmer	2 166 164	4 041 116	5 816 02[illegible]
Eisenbahn und Hafen .	3 419 138	4 069 608	5 862 63[illegible]
Außerhalb Kapstadts .	23 967	21 527	41 41[illegible]
Wynberg	354 609	630 389	767 74[illegible]
Von der Straßenbahn gekauft und verkauft	77 060	5 798	21
Stadt als Abnehmer:			
Licht	108 079	201 304	229 62[illegible]
Kraft	964 878	1 121 819	2 206 40[illegible]
Straßenbeleuchtung .	858 991	1 160 976	1 287 63[illegible]
Insgesamt verkauft . .	16 220 038	23 611 803	32 881 10[illegible]
Kraftwerkverbrauch . .	986 362	2 162 203	2 757 62[illegible]
Zählerverluste, geschätzt	228 000	350 000	480 00[illegible]
Leitungs- und Umformerverluste	3 581 705	4 632 717	5 651 09[illegible]
Insgesamt erzeugt . . .	20 939 045	30 750 925	41 769 80[illegible]
Insgesamt erzeugt und gekauft	21 016 105	30 756 723	41 769 821

Zahlentafel 6. Kosten der Stromerzeugung

	Kosten der erzeugten elektrischen Arbeit im Werk (Schaltbrett) ₰/kWh			Kosten der verkauften Arbeit ₰/kWh		
	1917	1923	1925	1917	1923	1925
hlen	4,23	2,53	2,11	5,83	3,29	2,69
Putzwolle, Lagerestände	0,85	0,12	0,07	0,35	0,16	0,09
ıne.	0,26	0,66	0,50	1,21	0,85	0,64
rschiedenes. . .	0,08	0,06	0,07	0,11	0,08	0,09
tandhaltung von laschinen und ebäuden	—	—	—	1,54	1,63	1,64
tungsnetz und traßenbeleuchung	—	—	—	2,04	4,05	3,57
te und Steuern	—	—	—	0,36	0,12	0,09
rschiedenes. . .	—	—	—	0,54	0,09	0,10
waltung	—	—	—	1,56	1,74	1,62
sen, Abschreiung	—	—	—	6,97	8,50	6,37
samterzeugungskosten	5,42	3,37	2,75	—	—	—
samtkosten . . .	—	—	—	20,51	20,51	16,90

Den Wirkungsgrad des Kapstadter Kraftwerkes gibt ılentafel 7 an.

Der heutige Wirkungsgrad des Werkes ist also außerentlich hoch, besonders, wenn wir die beschränkte ıße des Werkes betrachten. Ende 1924 umfaßte es folde Maschinensätze:

2 Turbodynamos von je 1700 kW . .	3 400 kW
2 „ „ „ 3000 „ . .	6 000 „
1 Turbodynamo	7 500 „
zusammen	16 900 kW.

Inzwischen ist allerdings ein weiterer 7500 kW-Satz gebaut worden, und ein dritter kommt ebenfalls bald in rieb; denn die Spitzenleistung ist 1926 auf rd. 20 000 kW iegen. Da inzwischen auch noch die Straßenbahnen zugekommen sind, so ist das Werk schon wieder zu n geworden. Ende 1927 wird aber wohl das neue rk der Elektrizitätskommission fertiggestellt sein, das dem städtischen Werke parallel arbeiten soll, so daß n Anforderungen Genüge geleistet werden kann. Dieses rk wird einstweilen für 30 000 kW ausgebaut und hauptlich für den Betrieb der Kapstädter Vorortbahn bet. Der Chefelektriker von Kapstadt wird zugleich er beider Unternehmen.

Besonders wichtig sind natürlich die Einnahmen. lentafel 8 zeigt, daß trotz der günstigen Preise der ıerzahler auch nicht ganz vergessen worden ist.

Die Verminderung des Gewinnes ist in dem Herunteren der Tarife begründet. So wurde z. B. am 1. Januar der Strompreis für Licht von 51 auf 42,5 ₰/kWh, für hen von 13 auf 8,5 ₰/kWh erniedrigt. Das Werk soll ı keine ergiebige Einnahmequelle sein, sondern dem tschritt und der Bequemlichkeit der Allgemeinheit en. Nach meiner Ansicht ist es ungerecht, ein städtis Unternehmen anders zu gebrauchen. In dieser Hint wird auch in Deutschland hie und da gesündigt. en die Steuervoranschläge zu niedrig aus, so hilft man sich in manchen Städten, indem man die Preise für Gas und Strom erhöht. Dadurch aber zahlt der, der viel Gas und Strom zu hohem Preise verbraucht, zum Teil die Steuern seines Nachbarn, der wenig oder gar keinen Anteil an der Gas- und Stromversorgung hat. Außerdem haben hohe Stromkosten einen Einfluß auf die ganze Industrie. Der jährliche Verbrauch an Strom in ganz Deutschland betrug 1924 rd. 170 kWh/Kopf. Wird der ganze Haushalt elektrisch betrieben, so kann man den Strombedarf wohl 15- bis 20mal höher schätzen. Unsre Elektrizitätswerke würden also ganz ungeheuer wachsen, wodurch die Großindustrie außerordentlich gewinnen würde. Dazu käme ein großer Aufschwung in der Fabrikation von Heiz- und Kochgeräten, und die ganzen wirtschaftlichen Verhältnisse erführen eine Aufbesserung. Die Politik der hohen Strompreise ist kurzsichtig und hemmend.

Zahlentafel 7
irkungsgrad des Dampfelektrizitätswerkes Kapstadt

	1917	1923	1925
ugte Arbeit . . . . . . Mill. kWh	18,65	30,75	41,77
lenverbrauch . . . . 1000 t	32	25,4	31,75
lerer Heizwert der Kohlen kcal/kg	6 800	7 270	7 800
„ Verbrauch . . . . kcal/kWh	11 630	5 980	5 570
„ Preis der Wärme im Werk . . . . ₰/kcal	3,34	4,17	3,78
„ spez. Kohlenverbrauch kg/kWh	1,72	0,825	0,755
: Kohlenkosten . . . . . . ₰/kWh	3,88	2,5	2,12
ımter thermischer Wirkungsrad . . . . vH	7,389	14,38	15,41

Zahlentafel 8
Geldertrӓgnis des städtischen Elektrizitätswerkes Kapstadt

	1923	1925
Verkaufte elektrische Arbeit Mill. kWh	23,61	32,88
Roheinnahmen . . . . „ ℳ	6,72	7,22
Überschuß . . . . „ „	1,59	0,81
Steuererleichterung . . . . . „ „	0,55	0,53
Ausgaben für Verbesserung „ „	1,04	0,28
Mittlerer Strompreis . . . . . ₰/kWh	25,5	19,5

Im allgemeinen sollte es möglich sein, hier in Deutschland Strom billiger als in Kapstadt zu erzeugen, weil die Lage dieser Stadt in jeder Hinsicht äußerst ungünstig ist Dazu sind die Löhne dort dreimal so hoch, rd. 3 ℳ/h, und die Einkommen der Beamten sind dementsprechend. Es kommt natürlich immer wieder auf den Leiter heraus, ob ein Unternehmen blüht oder nur gerade dahinschleicht, wie es auch für Südafrika in Zahlentafel 1 zum Ausdruck kommt. Die Organisation muß einfach und gründlich sein. Wo das Verhältnis $\frac{\text{Erzeugende Facharbeiter}}{\text{Gesamtangestellte}}$ hoch ist, da wird ein Unternehmen kaum gedeihen.

Es ist zu begrüßen, daß es z. B. O. v. Miller gelungen ist, den Stadtrat von Schweinfurt zu überzeugen, daß eine billige Stromversorgung der Stadt nur von Nutzen sein kann. Er rechnet mit einem Monatsverbrauch von 175 kWh für eine Familie von vier Personen. Diese Zahl genügt zum Kochen, Bügeln und Aufwaschen, schließt aber keine Bäder ein. Außerdem ist es notwendig, Kochtöpfe mit eingebauten Elementen zu benutzen und nicht Heizplatten, auf die man irgendeine Sorte Töpfe stellt. Heizplatten haben selten einen Wirkungsgrad von mehr als 50 vH und viele nicht mehr als 30 vH. Rechnen wir je Person und Woche zwei warme Bäder hinzu, so sind weitere 100 kWh im Monat erforderlich. Für ein Einfamilienhaus in Kapstadt mit fünf Wohnräumen stellt sich die Berechnung wie folgt:

Licht 25 kWh zu 42,5 ₰	10,63 ℳ
Kochen usw. 175 kWh zu 8,5 ₰ . . .	14,87 „
Bäder 100 kWh zu 8,5 ₰	8,50 „
zusammen	34,00 ℳ.

Wird aber der in Zahlentafel 4 angedeutete Tarif mit einem Zähler angewandt, so ergibt sich folgendes Bild:

Licht wie oben	10,63 ℳ
Kochen usw. 120 kWh zu 8,5 ₰ . . .	10,20 „
Heißwasser, 400 W eingebaut, Pauschsatz	12,24 „
zusammen	33,07 ℳ.

Es ist hier weniger für das Kochen angegeben, weil ja stets heißes Wasser vorhanden ist und gerade im Wasserwärmen die Stromverschwendung liegt. Außerdem kann man nun ein Bad nehmen, wann man will. Man braucht das Wasser nur anzudrehen. Dieser Tarif ist also vom Standpunkte des Verbrauchers vorzuziehen.

Das Heizen der Räume durch Elektrizität ist eine Frage für sich und kommt für Deutschland einstweilen nicht in Betracht. In Kapstadt rechnet man mit drei Monaten, in denen eine Heizung ratsam ist. Allerdings wird der Strom meistens nur 3 bis 4 h am Tage gebraucht.

Für ein Zimmer mittlerer Größe genügt ein Heizofen von 1000 W. Die Stromkosten stellen sich dabei auf rd. 10 ℳ/Monat. Die Jahreskosten an Strom beliefen sich also auf folgende Beträge (sh = ℳ gerechnet):

Licht	125 ℳ
Kochen	120 „
Heißwasser	144 „
Heizen	30 „
zusammen	419 ℳ (genauer 426 ℳ)

oder rd. 35 ℳ/Monat. Dafür hat man einen völlig elektrisch betriebenen Haushalt mit allen Bequemlichkeiten, der unter Umständen auch ohne Dienstboten geführt werden kann. Wenn wir alle Vorzüge eines elektrischen Hausbetriebes einrechnen, dann stellt er sich billiger als ein solcher mit Kohlen- und Gasverbrauch, wenigstens in Kapstadt. Die obigen Zahlen sind Erfahrungszahlen des Verfassers, und die Stromkosten schließen Wäschekochen und Waschmaschine ebenfalls ein.

Städtische Hilfe bei Installationen

Es möge noch angeführt werden, wie die Stadtverwaltung Kapstadts dem Bürger im allgemeinen die elektrischen Hausinstallationen erleichtert. Hat er nicht den gewünschten Betrag zur Hand, so kann er ihn in zwölf monatlichen Raten der Stadt abzahlen. Während dieser Zeit zahlt er für den Stromverbrauch bis zu einer gewissen Grenze überhaupt nichts. Nach 12 Monaten geht die Anlage in den Besitz des Verbrauchers über. Ist er Mieter, so muß er die Erlaubnis und Bürgschaft des Hauseigentümers beibringen. Die elektrische Einrichtung umfaßt allerdings nur die einfachsten Beleuchtungskörper, wie Opalschalen mit 60 W-Lampen. Für eine bessere Ausführung muß ein Zuschlag bezahlt werden.

Die Anlage wird aber nicht von der Stadt selbst ausgeführt, sondern von Installationsgeschäften in der Stadt, die sich durch gute Arbeit einen Platz auf der städtischen Liste gesichert haben. Die Anlage muß nach den genauen Vorschriften des Elektrizitätswerkes ausgeführt werden. Der ausführende Monteur muß durch eine Prüfung die Genehmigung erwerben.

Ein Hauseigentümer kann sich auch eine Neuanlage von der Stadt ausarbeiten lassen und dann selbst Angebote von Installateuren einfordern. Die Stadt berechnet für ihre Arbeit 5 vH der Kosten der Ausführung. Oder er kann die ganze Arbeit der Stadt übergeben, also Ausarbeitung, Beaufsichtigung usw., wofür die Stadt dann 10 vH rechnet. Die Anlage kann auch dem Verbraucher von der Stadt finanziert werden. Er zahlt 10 vH der Anlagekosten und die Anschlußgebühren sofort, den Restbetrag in 12 monatlichen Raten. Außerdem 5 oder 10 vH der Gesamtkosten; letztere, wenn die Stadt die Anlage selbst ausführt.

Die Volkstümlichkeit dieser Arbeit der Stadt ersieht man aus dem Umstande, daß 1925 von 14 111 Anschlüssen 4869 Ausführungen mit sogenannter Freianlage waren.

Abb. 1
Zunahme des Stromverbrauches in Privathäusern

a Hilfe bei Neuanlagen, eingeführt März 1922
b Anzeigenwerbung im Großen von Januar 1924 an

Abb. 2
Werbeplan des Kapstädter Elektrizitätswerkes

Das Unternehmen ist also rein geschäftsmäßig aufgeba worden. Die Stadt kommt auch den Installateuren nic ins Gehege, sondern verschafft ihnen Arbeit, indem s den Verbrauchern die Einrichtung erleichtert. Das a beitet auch einer reinen Sozialisierung entgegen, die letzt Endes in einen tötenden Gleichheitsbrei führt.

Werbung

Elektrizität ist schließlich eine Verkaufsware wie je andre und sollte als solche auf die beste Art und Wei auf den Markt gebracht werden. In Kapstadt ist die Ei richtung der sogenannten Freihausanschlüsse ein beso ders gutes Werbemittel gewesen. Dies ist auch aus Abb. ersichtlich, die zeigt, daß mit Beginn der Freiinstallation der Verbrauch in Privathäusern schnell anstieg.

Vor allen Dingen muß natürlich dafür gesorgt werd daß das Netz zu allen Zeiten allen billigen Ansprüch gerecht wird. Störungen müssen soweit wie möglich v mieden werden. Die städtischen Beamten müssen zu jed Zeit dem Verbraucher auch für Beratung zur Verfügu stehen. Sind diese Vorbedingungen erfüllt, dann kom es noch auf eine kraftvolle Werbung an. Das Kapstadt Verfahren ist am besten aus Abb. 2 ersichtlich. Man sie keine Kinovorstellung ohne ein Bild von der Anwendu des elektrischen Stromes, meistens den Jahreszeiten a gepaßt. Jeder Brief des Werkes wird mit einer Mar verklebt, die im Sommer einen Fächer, im Winter ein Heizkörper im Gebrauch zeigt oder aber eine andre w kungsvolle Anwendung des Stromes darstellt. Überl sieht man die Worte: Mach' es elektrisch! Die Schaulin in Abb. 1 zeigt, wann die wirkungsvolle Werbung einsetz.

Zuletzt mögen noch einige Angaben über die in Sü afrika zugelassenen Geräte und Vorrichtungen folgen.

Alle Heiz- und Kochgeräte müssen mit ein Erdungsstift versehen sein, so daß stets drei Schnüre n wendig sind. Die Steckdosen müssen also ebenfalls d Stifte haben. Gewöhnlich ist der geerdete Stift vierkant. Die kleinsten Schalter und Steckdosen sind hierbei f 10 A bemessen, auch wenn der Apparat bedeutend wenig verbraucht. Englisches Schaltgerät wird durchweg v gezogen. Deutsche Stecker, Anschlußdosen, Sicherung und Schalter sind bisher wenig beliebt gewesen. Das l hauptsächlich daran, daß fast alles in Porzellan angefert wurde, das beim ersten Falle zerbricht. Dann aber war auch die meisten Schaltgeräte zu leicht. Stecker aus Ha holz oder Metall haben sich besser bewährt. Für größe Ausführungen werden heute meistens eisenbewehrte Sch und Sicherungskasten benutzt.

Zum Schluß noch die Bemerkung, daß der Anteil elektrotechnischen Einfuhr der Union von Deutschland Jahre 1913 31,9 vH der Gesamteinfuhr betrug, 1924 n 4,6 vH. Dem Werte nach betrug die Gesamteinfuhr Jahre 1924 rd. 60 Mill. ℳ. [B 2670]

Die Diesel-Getriebelokomotive und ihre Erprobung

Von Dipl.-Ing. N. Dobrowolski, Moskau (aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin)

(Schluß von S. 878)

Versuchsfahrten auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn

Zweck der Versuchsfahrten

Die Prüfstandversuche gaben die Möglichkeit, die Beziehungen

$$Z = f(V, \varepsilon, \nu) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1),$$

$$\eta = \varphi(V, \varepsilon, \nu) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

festzustellen, ohne jedoch die Frage nach der Brauchbarkeit der Lokomotive für Zugförderung zu beantworten.

Die Arbeitsbedingungen der Lokomotive auf dem Prüfstande sind sehr verschieden von den Arbeitsbedingungen auf der Strecke. Vor allem fehlt auf dem Prüfstand die Masse des Zuges. Auf dem Prüfstand wird bei nicht abgebremsten Rädern, d. h. etwa unter Leerlaufverhältnissen angefahren.

Auf der Strecke dagegen konnten die wesentlichsten Versuche in bezug auf das Anfahren unter der Zugbelastung und auf das Umschalten von einer Geschwindigkeitsstufe in die andre während der Fahrt durchgeführt werden. Die elektromagnetischen Kupplungen und das Zahnradgetriebe mußten daher unter den Verhältnissen des wirklichen Eisenbahndienstes erprobt werden. Hierin bestand das Grundziel der Versuchsfahrten.

Vorbereitung der Versuchsfahrten

Die Deutsche Reichsbahn zeigte sich bei der Durchführung der Versuche sehr entgegenkommend. Sie lieferte auf eigene Kosten die Radsätze für die deutsche Spur, übernahm für die Dauer der Versuchsfahrten die Lieferung des Brennstoffes und der Schmiermittel, stellte das für die Versuche erforderliche Eisenbahnpersonal zur Verfügung, rüstete die Lokomotive mit den Meßvorrichtungen aus und gab für die Versuchsfahrten den außerordentlich gut eingerichteten Meßwagen her.

Die Fahrten wurden auf den Strecken Düsseldorf – Opladen, Düsseldorf – Berlin und schließlich hauptsächlich Berlin – Güsten – Mansfeld ausgeführt. Abb. 13 zeigt das Streckenprofil Güsten – Mansfeld. Man sieht, daß die Strecke Güsten – Sandersleben eine Steigung von 10 vT und eine ebene Strecke enthält, während die Strecke Sandersleben – Mansfeld eine fast ununterbrochene Steigung von 10 vT in 13 km Länge darstellt, die für die Versuchsfahrten sehr geeignet ist. Die Lokomotive hatte ihren Stand in Güsten, kehrte aber im Verlauf des Tages nicht nach Güsten zurück, sondern wiederholte die Fahrt von Sandersleben aus. An jedem Tage wurden vier Versuchsfahrten Sandersleben—Mansfeld durchgeführt.

Plan der Versuchsfahrten

Es wurden Versuchsfahrten mit Füllung 6 und 5 bei sämtlichen drei Geschwindigkeitsstufen und bei drei verschiedenen Umlaufzahlen des Dieselmotors durchgeführt, im ganzen also 18 Versuchsfahrten.

Tatsächlich wurden 21 Versuchsfahrten durchgeführt. Die Lokomotive stand während der ganzen Dauer der Versuchsfahrten unter unserer Leitung, während der Meßwagen unter der Leitung der Vertreter der Reichsbahn stand. Auf Grund der Zugkraftkennlinie der Lokomotive wurde die Zugstärke für den folgenden Tag unter Berücksichtigung der Ergebnisse festgelegt, die auf Grund der Versuchsfahrten des Tages vorgenommen werden konnten. Ich möchte hier noch die angenehme Erinnerung erwähnen, die bei mir diese gemeinsame Arbeit mit den Vertretern der Deutschen Reichsbahn hinterlassen hat. In aller Stille haben wir diese Versuchsfahrten, die von außerordentlich großer geschichtlicher Bedeutung sind, durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich meine besondere Dankbarkeit den Herren Prof. Nordmann und Oberbaurat Günther aussprechen, die in hervorragender Weise den Verlauf der Versuche gefördert haben.

Abb. 13
Streckenprofil Güsten–Mansfeld

Die Versuchsfahrten

Am 6. Mai 1926 fuhr die Lokomotive zum erstenmal, und zwar auf einer Strecke mit 7 vT Steigung. Das Zuggewicht betrug 800 t. Die Lokomotive fuhr sicher und sanft an, bei langsamer Einschaltung der Hauptkupplung. Der Übergang von der 1. zur 2. Geschwindigkeitsstufe vollzog sich ebenfalls ruhig und einwandfrei. Während der Fahrt auf der Strecke wurde der Zug vor einem geschlossenen Einfahrtsignal in der Steigung zum Stillstand gebracht. Das Anfahren an dieser Stelle sollte die grundlegende und schwierigste Prüfung der Lokomotive sein. Auch diese Prüfung bestand sie ebenso gut; sie bewies dadurch ihre Fähigkeit zur Beförderung von Zügen. Diese ersten Versuchsfahrten wurden ohne Meßwagen durchgeführt, so daß wir keine Möglichkeit hatten, die erreichten Zugkräfte zu messen.

Am 7. Mai wurden die Versuchsfahrten bei Opladen erfolgreich wiederholt. Am 13. Mai langte die Lokomotive in den Werkstätten in Grunewald an. Bei der Fahrt von Düsseldorf bis Grunewald wurden zwei Personenwagen ohne jegliche Anstände gezogen; in Grunewald lief der Zug 3 min vor der fahrplanmäßigen Zeit ein.

Am Anfang dieser Fahrt erwärmte sich die Lamellenkupplung der 1. Geschwindigkeitsstufe. Dies erklärt sich dadurch, daß während der ganzen Fahrt die Lokomotive mit der 3. Geschwindigkeit fuhr und hierbei 50 km/h zurücklegte. Bei dieser Geschwindigkeit laufen das Gehäuse der Kupplung der 1. Geschwindigkeitsstufe und die mit ihm verbundenen Lamellen mit 1400 Uml./min. Berühren sich bei dieser Geschwindigkeit die Lamellen untereinander, so wird eine beträchtliche Wärmemenge entwickelt. Dies verursacht eine starke Abnutzung der Lamellen, was schließlich eine Reibung der Ankerscheibe auf Metall zur Folge haben kann. Offenbar ist dies auch der Fall gewesen; denn die Kupplung erwärmte sich in beträchtlichem Maße, und die Lamellen begannen zu rauchen.

Nach Untersuchung der Kupplung wurden zwischen den Lamellen Zwischenlagen eingelegt, um einen größeren Luftspalt zwischen der Ankerscheibe und dem Kupplungskörper herzustellen. Hiernach kühlte sich die Kupplung allmählich ab und arbeitete fernerhin völlig befriedigend während der ganzen Fahrt. Dieser Fall war insofern sehr nützlich, als er zeigte, daß die Kupplung sogar bei ungünstigen Verhältnissen arbeiten kann, und daß sie einer bestimmten und sorgfältigen Wartung bedarf in bezug auf den genügenden Spielraum an der Ankerscheibe.

In den Werkstätten in Grunewald wurde die Lokomotive mit folgenden Vorrichtungen versehen:

1. An sämtlichen Zylindern des Dieselmotors wurden elektrisch gesteuerte Indikatoren angebracht. Durch den Druck auf einen Knopf werden gleichzeitig an sämtlichen Zylindern Indikatordiagramme aufgenommen.
2. Besondere Meßbehälter wurden aufgestellt, die die Möglichkeit gaben, den Brennstoff mit ½ l Genauigkeit zu messen.
3. Pyrometer zur Temperaturmessung des Öles und des Wassers sowie der Abgase wurden angebracht.

Bei den Prüfstandversuchen wurde die Temperatur der Abgase nicht gemessen. Die Temperaturen wurden im Meßwagen an einem mit einem Temperaturmaßstab versehenen Amperemeter abgelesen.

4. Ein Orsat-Gerät wurde aufgestellt. Es stand im Meßwagen, und die Abgase gelangten dorthin durch eine besondere Rohrleitung von dem Auspufftopf.

Die Versuchsfahrten wurden mit einem genau abgewogenen Zug ausgeführt.

Am 25. Mai fand die Abfahrt der Lokomotive mit einem 1200 t schweren Zug nach Güsten statt. Am gleichen Tage wurden die ersten Versuchsfahrten durchgeführt. Zahlentafel 1 enthält eine Übersicht über die Versuchsfahrten.

Abb. 15 Zugkraftdiagramm beim Anfahren mit einem 12 000 t schweren Zug auf der Steigung 11 vT (Die Steigung wurde unter Berücksichtigung der Krümmung berechnet)

Die Ergebnisse der Versuchsfahrten

Abb. 14 zeigt die Linien

$$Z = f(V, \varepsilon) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

die auf Grund der Versuchsfahrten bei Güsten aufgestellt sind. Wie man aus dieser Abbildung sieht, stimmen die einzelnen Punkte der Versuchsfahrten mit denen der Prüfstandversuche, Abb. 8 (Nr. 25 S. 877), ausreichend gut überein.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beobachtungen, die im Augenblicke des Anfahrens, insbesondere in einer Steigung und in den Augenblicken des Überganges aus

Abb. 14 Zugkräfte in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit bei den Füllungen 5 und 6, gemessen bei den Versuchsfahrten

Zahlentafel 1. Versuchsfahrten mit der Dieselgetriebelokomotive auf der Reichsbahn

Datum	Strecke	Geschwindigkeitsstufe	Füllung	Zuggewicht in t	Geschwindigkeit in km/h
25. Mai 1926	Güsten–Mansfeld	3	6	279	37,2
26. „ „	Güsten–Mansfeld	1	6	1228	13,85
26. „ „	Sandersleben–Mansfeld	2	6	645	24,0
26. „ „	Sandersleben–Mansfeld	1	5	940	13,90
26. „ „	Sandersleben–Mansfeld	1	5	1037	13,81
27. „ „	Güsten–Mansfeld	1	6	1335	13,73
27. „ „	Sandersleben–Mansfeld	3	6	323	27,08
27. „ „	Sandersleben–Hettstedt	3	6	257	44,0
27. „ „	Sandersleben–Hettstedt	2	6	702	23,8
28. „ „	Güsten–Mansfeld	2	6	759	19,42
28. „ „	Sandersleben–Mansfeld	2	5	483	24,05
28. „ „	Sandersleben–Mansfeld	2	5	527	22,86
28. „ „	Sandersleben–Mansfeld	2	5	585	16,58
29. „ „	Güsten–Sandersleben	3	5	236	25,1
29. „ „	Sandersleben–Mansfeld	3	5	207	33,7

Abb. 16. Zugkraftdiagramm bei Versuchsfahrten mit der zweiten Geschwindigkeitsstufe

einer Geschwindigkeitsstufe zur andern gemacht wurden. Abb. 15 zeigt das Zugkraftdiagramm beim Anfahren mit einem 1200 t schweren Zug bei 11 vT Steigung. Wie man aus dem Diagramm der Zugkraft, am Haken gemessen, sieht, erreichte die Zugkraft im Augenblick des Anfahrens über 20 t, was dem spezifischen Widerstand 5,5 kg/t im Augenblick des Anfahrens unter Ausschluß der Steigung entspricht. Wesentlich ist natürlich in diesem Fall auch der Halbmesser der Krümmung, in der sich der Zug in diesem Augenblick befand. Obwohl diese Krümmung durch Angabe einer Steigung von 21 vT auf Grund der üblichen Gleichungen berücksichtigt worden ist, kann man annehmen, daß der Einfluß der Krümmung im Augenblick des Anfahrens beträchtlich größer ist. Die erzielten Werte des spezifischen Widerstandes beim Anfahren müssen stets bei der Berechnung der erforderlichen Zugkraft zum Anfahren unter weniger günstigen Verhältnissen vorausgesetzt werden.

Die mittlere Zugkraft beim Anfahren, Abb. 15, beträgt etwa 17 t, d. h. mehr als die Reibungszugkraft der E-Dampflokomotive. Hierbei zeigte die Diesellokomotive nicht die geringste Neigung zum Schleudern weder in diesem Fall noch im andern.

Abb. 16 zeigt das Zugkraftdiagramm bei Versuchsfahrten in der 2. Geschwindigkeitsstufe. Man sieht hier deutlich die Augenblicke des Übergehens aus der ersten Geschwindigkeitsstufe in die zweite. Man sieht, daß bei diesem Übergang die Zugkraft auf den Wert null herabsinkt. Hierzu ist zu bemerken, daß das an und für sich einfache Übergehen aus einer Stufe in die andre vom Zugführer eine ziemlich große Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordert.

Um bei dem Umschalten von einer Geschwindigkeitsstufe in die andre jegliche Stöße in dem Zuge zu vermeiden, muß bei dem Einschalten einer neuen Stufe die Drehzahl des Dieselmotors der Zuggeschwindigkeit der neuen Stufe entsprechen. Für das Umschalten aus der ersten Stufe in die zweite ergeben sich die folgenden Beziehungen:

Für die erste Stufe gilt:

$$v = 0{,}036\, n \qquad (5),$$

für die zweite Stufe:

$$v = 0{,}063\, n \qquad (6).$$

Man bleibt auf der ersten Stufe, bis der Dieselmotor die Drehzahl 400 erreicht hat, was einer Fahrtgeschwindigkeit von 14,4 km/h entspricht. Danach wird die Hauptkupplung und die erste Stufe ausgeschaltet. Angenommen, daß während dieses Vorganges die Zuggeschwindigkeit auf 10 km/h sinkt, so müssen wir bei dieser Geschwindigkeit die Kupplung der zweiten Stufe und dann die Hauptkupplung, d. h. den Dieselmotor, anschließen. Aus Gl. (6) sehen wir, daß 10 km/h Fahrtgeschwindigkeit etwa 160 Uml./min des Dieselmotors entsprechen. Wir müssen daher vor dem Einschalten der zweiten Geschwindigkeitsstufe und der Hauptkupplung die Drehzahlen des Dieselmotors auf 160 Uml./min herabsetzen. Nur in diesem Falle werden bei dem Einschalten der Hauptkupplung beide Hälften (die eine mit der Dieselmotorwelle und die andere mit der oberen Getriebewelle verbundene Hälfte) die gleiche Winkelgeschwindigkeit haben, und infolgedessen wird der Dieselmotor stoßlos eingeschaltet werden können.

Damit der Zugführer diese Forderung anstandlos erfüllen kann, muß er eine Vorrichtung zur Verfügung haben, die ihm die Fahrtgeschwindigkeit und die Drehzahl des Dieselmotors anzeigt, wobei die Skala des Drehzahlenanzeigers für den Dieselmotor in bezug auf die Fahrtgeschwindigkeit für sämtliche drei Stufen eingeteilt werden muß. Die Aufgabe des Zugführers besteht dann darin, daß er vor dem Einschalten einer neuen Geschwindigkeitsstufe die Drehzahl des Dieselmotors auf einen Wert bringt, für den beide Geräte die gleichen Werte anzeigen, natürlich unter Berücksichtigung der Skala für die Drehzahl des Dieselmotors, die der betreffenden Stufe entspricht.

Ein nützliches Ergebnis der Versuchsfahrten auf der Reichsbahn war die Feststellung einer Reihe baulicher Mängel sowie verschiedener Ausführungsmängel. Diese beziehen sich hauptsächlich auf das Getriebe. Die Kurbel der Blindwelle hatte sich infolge nicht genügender Aufpressung etwas verschoben. Die Blindwelle wurde daher später ausgebaut, ihre Zapfen verstärkt und der Einpreßdruck für die Kurbel auf 180 t erhöht. Nach Beendigung der Versuchsfahrten wurden das Zahnradgetriebe und die Kupplungen einer Untersuchung unterworfen. Die Zahnräder erwiesen sich in gutem Zustande, die Kupplungen zeigten keine Spuren von besonderer Abnutzung. Dieses Ergebnis löste eine wichtige Frage für das Schicksal dieser Lokomotive. Es gab die Überzeugung, daß bei richtiger Wartung das Zahnradgetriebe ohne besondere Ausbesserungen viele Jahre arbeiten kann. Bei den Kupplungen war die Abnutzung der Lamellen so gering, daß eine einmalige Auswechslung im Jahre genügen kann unter der Voraussetzung natürlich einer richtigen Wartung und Behandlung. Im allgemeinen kann man sagen, daß infolge der Einfachheit dieser Lokomotive an das Bedienungspersonal nicht sehr große Anforderungen gestellt zu werden brauchen.

Der Hilfsmotor brachte keine besonderen Vorteile mit sich. Er konnte geduldet werden, solange man nicht die Sicherheit hatte, daß die Hauptteile der Lokomotive: der Hauptmotor, die Kupplungen und das Getriebe, zuverlässig arbeiten. Nachdem die Versuchsfahrten uns die Überzeugung gaben, daß die Lokomotive imstande ist, zuverlässig zu arbeiten und Züge zu fördern, und alle Hauptteile zu keinen Bedenken Anlaß gaben, brauchten wir nicht die Arbeit der Lokomotive vom Hilfsmotor abhängig zu machen, der natürlich nicht so zuverlässig sein kann wie der Hauptdieselmotor. Wir kehrten daher zu dem ursprünglichen Entwurf des unmittelbaren Antriebes für den Lüfter und die Dynamo von der Hauptwelle des Dieselmotors über eine Zahnradübersetzung zurück.

Folgerungen

Auf Grund der Versuche kann man sagen, daß nach der Durchführung der baulichen Änderungen die Diesel-Getriebelokomotive die einfachste und leichteste Wärmelokomotive der Welt dieser Leistung ist. Die Reibungszugkraft der Lokomotive erreicht infolge des gleichmäßigen Drehmoments und der gekuppelten Achsen 17,6 t und übersteigt hierbei die Zugkraft der E-Dampflokomotive und der dieselelektrischen Lokomotive.

Bezieht man das Gewicht der Lokomotive auf die Leistung am Treibradumfange, so erhält man das Gewicht für 1 PS_e aus Zahlentafel 2. Bei 1100 PS_e Leistung am Umfang der Schwungscheibe des Motors beträgt die Leistung am Radumfang der Lokomotive etwa 985 PS.

Zahlentafel 2
Vergleich der auf 1 PS am Radumfang bezogenen Gewichte verschiedener Diesellokomotiven mit der E-Dampflokomotive

	kg/PS	vH
Bei der E-Dampflokomotive einschließlich Tender	106	100
„ „ dieselelektrischen Lokomotive (Lomonossoff)	184	174
„ „ dieselelektrischen Lokomotive von Hackel	225	212
„ „ Diesel-Getriebelokomotive	133	125

Bei der Aufstellung der Vergleichzahlen von Zahlentafel 2 nahmen wir die Leistung der Lokomotive entsprechend ihrer Reibungszugkraft und der höchsten Geschwindigkeit an, die bei dieser Zugkraft dauernd entwickelt werden kann. Ein Vergleich verschiedener Lokomotiven in bezug auf die Leistung des Antriebmotors ist nicht richtig; denn die Leistung einer Wärmelokomotive hängt nicht nur von der Leistung des Antriebmotors, sondern auch von dem Wirkungsgrad der Übertragung ab. Wir nehmen die Leistung entsprechend der Reibungszugkraft bei der höchsten Geschwindigkeit an, da diese Annahme für eine Güterzuglokomotive praktisch am wichtigsten ist.

Zahlentafel 2 zeigt, daß die Getriebelokomotive 25 vH schwerer ist als die E-Dampflokomotive. Es besteht aber die Möglichkeit, den Antriebmotor durch einen leichteren zu ersetzen und hierdurch das Gewicht der Getriebelokomotive bis 105 t herabzusetzen, während die Leistung des Antriebmotors gleichzeitig auf 1200 PS erhöht wird.

Hierdurch würden rd. 100 kg/PS, bezogen auf Radumfang, erzielt werden, was weniger ist als bei der E-Dampflokomotive.

Hiermit ist auch die Frage des Preises verbunden. Da in bezug auf das Gewicht die Getriebelokomotive wenig von der Dampflokomotive abweicht, so kann man behaupten, daß auch der Herstellpreis der Wärmelokomotive mit Zahnradübertragung bei Massenherstellung von dem Herstellpreis der Dampflokomotive nicht sehr abweichen dürfte. Jedenfalls wird eine Wärmelokomotive mit Zahnradgetriebe billiger sein als alle übrigen bisher bekannten Wärmelokomotivarten. Sie könnte nur im Vergleich mit einer Wärmelokomotive mit unmittelbarer Übertragung im Nachteil bleiben.

Man kann somit alle die unzweifelhaften Vorzüge der Wärmelokomotive mit Zahnradgetriebe, ihre Einfachheit, geringes Gewicht und geringen Preis hervorheben.

Ein weiterer Vorzug dieser Lokomotive ist die hohe Zugkraft und der hohe Wirkungsgrad. Das bedeutet, daß man das Zuggewicht für diese Lokomotive im Vergleich mit der E-Dampflokomotive um 15 vH erhöhen konnte. Bei den günstigen Regelungsverhältnissen beider Lokomotiven liegt der Wirkungsgrad der Dieselgetriebelokomotive höher als der Wirkungsgrad der dieselelektrischen Lokomotive.

Anderseits weist die Diesel-Getriebelokomotive auch eine Reihe grundsätzlicher Mängel auf und eine Reihe von Mängeln, die jedoch nur von der hier angewandten Bauart abhängig sind, also beseitigt werden können.

Wie wir bereits erwähnt haben, muß die Zugkraft bei dem Umschalten von einer Stufe in die andre unbedingt durch den Nullpunkt gehen. Diese nicht ununterbrochene Zugkraft ist ein wesentlicher *grundsätzlicher Mangel* einer Wärmelokomotive mit einem Schaltgetriebe. Dieser Mangel erschwert die Beförderung von Zügen und schafft die Gefahr eines Zerreißens des Zuges in hügeligem Gelände. Der Zugführer muß in einem solchen Gelände außerordentlich aufmerksam sein und das Streckenprofil gut kennen.

Abb. 12 (S. 878) zeigte die Leistungskennlinie der Lokomotive am Treibradumfange bei der Füllung 6. Die schraffiert angelegten Flächen zeigen die Gebiete, in denen die Leistung des Motors nicht voll entwickelt werden kann. Wir erhalten die volle Leistung der Diesellokomotive nur in den drei Punkten, die der vollen Umlaufzahl des Dieselmotors bei jeder Stufe entsprechen. Mit andern Worten: wir können z. B. bei 16 km/h Geschwindigkeit nicht die volle Leistung entwickeln, da die Geschwindigkeit des Zuges durch die Umlaufzahl des Dieselmotors bedingt ist, also durch dessen Höchstleistung. Die Leistung der Lokomotive ist aber nur dann von Bedeutung, wenn sie in jedem Augenblick voll ausgenutzt werden kann. Diesen Bedingungen entspricht die Diesellokomotive nicht völlig, und wenn wir von ihrer Leistung sprechen, so müssen wir diese Beschränkung berücksichtigen. Ideal ist in dieser Hinsicht die dieselelektrische Lokomotive, bei der unbegrenzt für jede Geschwindigkeit die höchste Leistung ausgenutzt werden kann.

Bei einer Wärmelokomotive mit unmittelbarer Übertragung wird dieser Mangel auch auftreten, falls als Hauptantriebmotor ein gewöhnlicher Dieselmotor mit einem beständigen mittleren Wert des indizierten Drucks verwendet wird.

Das Bestreben der Konstrukteure muß auf die Schaffung eines Motors gerichtet sein, der eine beträchtliche Erhöhung des indizierten Drucks zuläßt, ohne daß in dem Motor außergewöhnliche Temperaturen und Spannungen entstehen, die für die Arbeit des Motors nachteilig sein können. Es wird schon in dieser Richtung gearbeitet, und man kann überzeugt sein, daß in der nächsten Zukunft ein solcher Motor geschaffen wird und die Aufgabe der *unmittelbaren Übertragung der Leistung* von dem Antriebmotor auf die Achsen der Lokomotive gelöst sein wird.

Ein weiterer Mangel unserer Diesel-Getriebelokomotive, der aber nicht ein Mangel der Übertragungsart, sondern lediglich dieser Ausführung ist, besteht darin, daß das Gebiet der kritischen Drehzahlen innerhalb der Ar beitsgebiete des Dieselmotors liegt, und daß die Über setzungszahlen der einzelnen Geschwindigkeitsstufen un günstig gewählt worden sind. Der Dieselmotor hat di höchste Drehzahl 450 Uml./min. Nur bei dieser Drehzah kann er bei entsprechender Fahrtgeschwindigkeit di Höchstleistung, 1200 PS_e, anstandslos entwickeln. D das Gebiet der kritischen Drehzahlen des Motors zwische 400 und 430 Uml./min liegt, so können wir im normale Dienst die Drehzahl des Motors nicht über 400 Uml./mi steigern. Hierdurch werden die Vorzüge der Diesel-Ge triebelokomotive und vor allem ihre Leistung beträchtlic vermindert. Könnte der Dieselmotor bei 450 Uml./mi arbeiten, so würde das Gewicht für 1 PS_e nur 120 kg be tragen. Es ist aber nicht unbedingt erforderlich, daß di kritische Drehzahl des Dieselmotors unterhalb der Ar beitsdrehzahl liegt. Technisch ist es vollkommen möglic einen Antriebmotor zu bauen, bei dem die kritische Dreh zahl oberhalb des Arbeitsgebietes liegt. Für die weitere Diesel-Getriebelokomotiven müßte ein solcher Antriebmoto benutzt werden.

Die Übersetzungszahlen der Schaltstufen sind auc nicht richtig gewählt. Die erste Stufe ist so gewähl worden, daß sie einerseits für das Anfahren zu gering is anderseits für die Beförderung eines Zuges in einer Grenz steigung zu hoch ist. Ebenso ist die zweite Stufe für di Beförderung eines Zuges bei voller Zugstärke in eine Grenzsteigung zu schwach, während sie für leichter Streckenprofile zu reichlich bemessen ist.

Unsere Versuchsfahrten zeigten, daß zur Erzielun eines sanften und sicheren Anfahrens eines Zuges di Übersetzungszahl der ersten Stufe erhöht werden mu Es ist erforderlich, daß der Zug bei geringer Füllung de Dieselmotors anfährt. Dies wird bedingt nicht nur durc das sanfte und weiche Anfahren des Zuges, sondern auc durch die Zuverlässigkeit der Arbeit. Im Augenblick de Anfahrens, wenn die Hauptkupplung eingeschaltet is sinkt die Drehzahl des Dieselmotors stark. Ist die Fü lung des Motors in diesem Augenblick nicht groß, so ar beitet der Motor regelmäßig, ist man aber gezwunge im Augenblick des Anfahrens mindestens Füllung 6 an zuwenden, so entsteht im Augenblick des Anfahrens in folge der geringeren Drehzahl des Motors eine Neigun zu Stößen, wodurch nicht nur ein ungleichmäßiges Dreh moment auftritt, sondern auch eine ungünstige Belastun der Zahnräder des Getriebes verursacht wird.

Die erste Geschwindigkeitsstufe muß ausschließlic für das Anfahren vorgesehen sein. Nimmt man für di höchste Drehzahl des Dieselmotors 400 Uml./min an, s müßte die Übersetzungszahl für die erste Stufe zehn oder noch besser zwölf betragen. Die Übersetzungszah der zweiten Stufe muß so gewählt werden, daß man da Normalgewicht des Zuges in einer Grenzsteigung be fördern, d. h. dauernd 15 200 kg Zugkraft entwickeln kann Dies erfordert eine Übersetzung 5,5 : 1. Bei diesem Über setzungsverhältnis beträgt die Grenzgeschwindigkeit de zweiten Stufe 20 km/h, d. h. man kann Züge von volle Zugstärke in der Grenzsteigung mit 20 km/h Geschwindig keit befördern.

Die Wahl der Übersetzungszahl der dritten Stuf hängt von der Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive ab Im vorliegenden Fall beträgt sie 50 km/h, was ein Über setzungsverhältnis 2,2 : 1 ergibt.

Ferner müßte außer den drei Geschwindigkeits stufen eine besondere Zahnradübersetzung für Rückwärts gang vorgesehen werden. Hierdurch würde die Um steuerbarkeit des Dieselmotors überflüssig, der Moto einfacher und der Verschiebedienst mit der Lokomotiv ebenfalls einfacher werden.

Trotz aller dieser Mängel ist die Diesel-Getriebe lokomotive ein gelungener Versuch der Verwendung eine rein mechanischen Übertragung; er zeigt neue Wege fü den Wärmelokomotivbau in dieser Richtung, Wege, di bisher von den Konstrukteuren ängstlich vermieden wor den sind. Die Übertragung der Leistung über Zahnräde ist aber bereits ein Übergang zur unmittelbaren Über tragung. [B 2336]

Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen

elegentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg

Die Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen esellschaft für Bauingenieurwesen begann am 28. Mai 1927 nit einem geschäftlichen Teil, den der zweite Vorsitzende, Ministerialrat Busch, leitete. Der Geschäftsführer, Dipl.-ng. Baer, erstattete den Geschäfts- und Kassenbericht; er etonte darin, daß die Aufgabe der Geschäftsstelle sich nicht m Verwalten erschöpfen dürfe, sondern daß von ihr Anegungen für Lehre und Praxis geschaffen werden sollten. Die Versammlung genehmigte den Kassenabschluß für 1926, rteilte dem Vorstand und der Geschäftstelle Entlastung nd setzte den Beitrag für 1928 fest.

Der erste Vorsitzende, Geheimrat Prof. Dr. de Thierry, eröffnete sodann den wissenschaftlichen Teil der Versammlung. Einleitend berichtete er von seinen Eindrücken auf iner Studienreise in Amerika und schilderte die gewaltigen Aufgaben, die den dortigen Bauingenieuren, insbesondere m Brücken- und Hafenbau New Yorks und seiner Umebung, gestellt werden. Die drei Staaten, aus denen Groß-New-York besteht, haben sich jetzt endlich entschlossen, die Verkehrsfragen der Riesenstadt gemeinsam u lösen. Hervorzuheben ist, daß nur zwei Eisenbahninien in die Stadt führen. New York hat den größten eehafen der Welt; der Umstand, daß es zugleich an mehreren großen Flüssen liegt, deren Ufer dicht mit Industrieunternehmungen besetzt sind, bringt es mit sich, daß es uch den größten Binnenhafen der Welt hat. Die Fahreugflotte der Binnenschiffahrt ist zu einem großen Teil m Besitz der Eisenbahngesellschaften. Auch die zahleichen Fähren, die die Verbindung über die großen Ströme erstellen, sind im Besitz der Eisenbahngesellschaften.

Vor einiger Zeit ist der Bau der Hudson-Brücke in Angriff genommen worden. Diese soll die Nordspitze der nsel Manhattan mit dem nördlichen Teil der Stadt New ersey verbinden. Sie wird als Hängebrücke ausgeführt, eren Mittelöffnung mehr als 1000 m und deren Seitenffnungen je 214 m Spannweite haben. Die Höhe der Kettenpfeiler über dem Wasserspiegel beträgt 214 m, die Entfernung zwischen den Ketten 32 m. Die Brücke erhält unächst vier, nach ihrem vollständigen Ausbau jedoch wölf verschiedene Fahrbahnen. Die Fußwege werden usgekragt. Unter den Fußwegen werden später von den chweren Untergurten der Versteifungsträger beiderseitig Konsolen auskragen, die die Längsträgerkonstruktionen ür die Fahrbahnen der beiden zweigleisigen Schnellbahnen ragen sollen. Der Verkehr über die Brücke soll 1932 eröffnet werden. Die Baukosten betragen etwa 200 Mill. ℳ und werden durch ein Bankenkonsortium aufgebracht, das u diesem Zweck eine Anleihe zu 4½ vH Zinssatz aufgenommen hat, die in kurzer Zeit überzeichnet war.

Der Vorsitzende sprach seine Befriedigung darüber us, daß auch Deutschland wieder in die Lage komme, seinen Bauingenieuren bemerkenswerte Arbeiten zuzuweisen. Gerade in Mannheim befindet sich ein Werk, die Friedrich-Ebert-Brücke über den Neckar[1]), die den Ruf der deutschen Bauingenieurkunst weit über Deutschlands Grenzen hinausgetragen hat.

Beigeordneter Dr. Bartsch begrüßte sodann die Versammlung im Namen der Stadt Mannheim. Diese Stadt, führte er aus, ist ein Erzeugnis der Kunst des Bauingenieurs in ihrer regelmäßigen Stadtanlage im Gebiete der regulierten Stromläufe des Rheines und des Neckars. Auch das jetzige Mannheim mit seinen Hafen-, Speicher- und Brückenbauten legt Zeugnis vom Können der Bauingenieure ab. Mannheim erhofft gerade in seiner augenblicklich schwierigen Lage Vieles vom Fortschritt der Bauingenieurwissenschaften.

In den nun folgenden wissenschaftlichen Vorträgen behandelte Ministerialrat Dr.-Ing. Ellerbeck vom Reichsverkehrsministerium, Berlin, den Entwurf 1926 zum Schiffshebewerk Niederfinow[2]), Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. Schaechterle, Stuttgart, die Entwicklung der deutschen Brückenbautechnik in den letzten Jahren[3]) und Strombaudir. Konz die Neckarkanalisierung von Mannheim bis Plochingen[4]).

Am 30. Mai hatten die Teilnehmer der Versammlung Gelegenheit, die Neckarkanalstrecke von Mannheim bis Heidelberg zu befahren, die damit teilweise zum ersten Male von Fahrgastschiffen benutzt wurde. Es bot sich die Möglichkeit, die Schleusenbauten auf der Strecke sowie die bereits fast vollständig fertiggestellten Stauanlagen und Kraftwerke kennen zu lernen. [N 558] Br.

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 368.
[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 787.
[3]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 786; ein ausführlicher Abdruck folgt demnächst in dieser Zeitschrift.

[4]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 786; ein ausführlicher Abdruck folgt demnächst in dieser Zeitschrift.

Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes

Als Heft 292 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens[1]) erscheint unter obigem Titel eine Arbeit von P. Rönne, Dampfkesselinspektor in Kopenhagen. Schon früher glaubte man, bestimmte Arten von Schäden an Dampfkesselblechen, besonders an Flammrohren, Mänteln und Böden auf Spannungen und Formänderungen infolge ungleichmäßiger Erwärmung zurückführen zu müssen, ohne daß aber die Zusammenhänge seither rechnerisch oder versuchsmäßig eingehender beleuchtet worden sind. Diese Lücke soll die vorliegende Arbeit ausfüllen.

Rönne geht aus von den in einem Dampfkessel während des Betriebes herrschenden Temperaturunterschieden im Wasser und in den Gasen, für die er die im Schrifttum vorhandenen Angaben zusammenstellt und kritisch würdigt. Indem er die im Schrifttum angegebenen Wärmeübergangzahlen zwischen Heizgasen und Wasser (Wasserdampf) gegenüber Eisen benutzt, berechnet er die Temperatur der Kesselwandungen und vergleicht diese berechnete Temperatur teils mit der im Schrifttum gefundenen und teils mit der durch seine Versuche ermittelten.

Die Formänderungen und Spannungen, die infolge der betriebsmäßigen Temperaturunterschiede auftreten, berechnet der Verfasser auf Grund der in Elastizitätslehre und Eisenkunde üblichen Voraussetzungen mit Bezug auf verschiedene Querschnitte für frei aufliegende und eingespannte Balken. Die Brauchbarkeit der aufgestellten Gleichungen wird an der Hand fremder und eigener Versuche nachgeprüft und für befriedigend befunden.

Die Größe der Formänderungen und Spannungen im Kessel während des täglichen Betriebes als Funktion des Temperaturverlaufes hat Rönne durch unmittelbare Messungen an im Betriebe befindlichen Kesseln verschiedener Bauart (Ein- und Zweiflammrohrkessel, Babcock & Wilcox-Kessel) ermittelt. Die gefundenen Formänderungen stimmten mit den rechnungsmäßig erwarteten gut überein.

Der letzte Abschnitt befaßt sich mit den Kesselschäden infolge der durch Temperaturunterschiede im Kessel auftretenden Formänderungen und Spannungen und den Wegen, durch die sie vermieden werden können. Es wird rechnerisch nachgewiesen, daß und an welchen Stellen, beispielsweise an Flammrohren, Böden und dergleichen, solche Spannungen in gefährlichem Ausmaß auftreten können, die auch bei gut gereinigten und bedienten Kesseln die übrigen Spannungen bis um 1400 kg/cm² erhöhen. Auf die Bruchgefahr bei plötzlichen Temperaturänderungen wird besonders hingewiesen. Viele Schäden führt der Verfasser auf Grund seiner Beobachtungen auf Spannungswechsel infolge von Temperaturschwankungen, d. h. auf Materialermüdung, entstanden aus Formänderungen, zurück, besonders auch die Rißbildung an Bodenkrempen. Als Gegenmittel werden sorgfältiges Anheizen und Einhaltung möglichst gleichmäßiger Temperaturen an der Hand laufender Beobachtung der Rauchgastemperaturen empfohlen, ferner gibt Rönne Gesichtspunkte an, wie durch zweckmäßige Bauart der Kessel, Formgebung und Bemessung von Teilen und dergleichen die Gefahr von Schäden gemindert werden kann

Die Arbeit ist ein wertvoller Beitrag zur Kenntnis der verwickelten Vorgänge in Dampfkesseln. Wenn auch die theoretischen Ableitungen, Ergebnisse und Schlußfolgerungen der Nachprüfung und Ergänzung durch weitere Tatsachen bedürfen und die Anschauungen über die Ursachen mancher Kesselschäden auseinandergehen, so gibt das Buch doch jedem Kesselkonstrukteur und Betriebsmann viele Hinweise, die zu Überlegungen und Beobachtungen in gleicher Richtung anregen. [N 348] Spr.

[1]) VDI-Verlag, Berlin 1927.

RUNDSCHAU

Abb. 1
Lufthammer mit 1500 kg Bärgewicht, erbaut von der Eumuco-A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort bei Köln

Metallbearbeitung

Lufthammer mit 1500 kg Bärgewicht

Bis vor kurzem galt ein Bärgewicht von 600 kg als der erreichbare Höchstwert bei Lufthämmern; neuerdings sind jedoch ziemlich gleichzeitig zwei Lufthämmer auf dem Markt erschienen, die bis zu 1500 kg Bärgewicht gehen, und zwar ein englischer Hammer von B. & S. Massey, Ltd., Manchester[1]), und ein deutscher Hammer der Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort bei Köln.

Während der Massey-Hammer die Zweiständerbauart zeigt, die die Zugänglichkeit und freie Bewegung des Schmiedestückes beeinträchtigt, ist der Eumuco-Hammer, Abb. 1, in der gleichen Einständerbauart gehalten wie seine kleineren Vorgänger. Die geschlossene neuzeitliche Gestalt des Ständers steht im Gegensatz zu der in Deutschland längst verlassenen Rippenform des englischen Hammers. Zum Unterschied von dem Antrieb durch ein offenliegendes Zahnradgetriebe des Massey-Hammers läuft das Vorgelege des Eumuco-Hammers in einem völlig geschlossenen Ölbade.

Die Leistung des englischen Hammers ist im Schrifttum[2]) nicht näher angegeben, immerhin kann aus den genannten Abmessungen geschlossen werden, daß die Endgeschwindigkeit des Bärs, die für die Schlagenergie bei gegebenem Bärgewicht allein maßgebend ist, etwa 6 m/s beträgt; das wäre auch der Wert, der sich bei vielen ausländischen Hämmern findet. Hieraus würde man für die Schlagwirkung des englischen Hammers von 1500 kg Bärgewicht mit 2700 kgm/s je Schlag zu rechnen haben. Gewisse deutsche Lufthämmer erreichen die gleiche Energie bereits mit 850 kg Bärgewicht. Dieser geringen Schlagleistung des Massey-Hammers entspricht auch der größte Kraftbedarf von 75 PS bei 75 Schlägen in 1 min.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 67.
[2]) „Machinery" Bd. 28 (1926) S. 341.

Der dargestellte Eumuco-Hammer von 1500 kg B
gewicht verbraucht entsprechend seiner wesentlich höhe
Schlagleistung von 5400 kgm/s etwa 130 PS, seine Schla
zahl beträgt 85/min. Bemerkenswert ist die Ausbildu
der Kurzzeitkupplung, die dem Hammerführer ermöglic
bei jeder kleineren Unterbrechung der Schmiedearb
den weiter laufenden Motor vom Hammer abzuschalten u
damit seine Leerlaufarbeit auf das unvermeidbare Minde
maß zu beschränken. In den Betriebspausen wird der M
tor selbst stillgesetzt. Diese Maßnahmen tragen dazu b
die Wirtschaftlichkeit des Lufthammers weiterhin zu
höhen.

Mit dem Bärgewicht von 1500 kg ist die Entwicklu
der Lufthämmer mit pendelnder Luftsäule noch nicht a
geschlossen; gegenwärtig befindet sich bei der Eumuco A.-
ein solcher Hammer mit 2000 kg Bärgewicht im Bau.

Berlin [M 116] Dipl.-Ing. E. Klapper

Über das Kaltziehen von Stahlrohren

Die wenigen bisher über das Kaltziehen von Stal
rohren veröffentlichten Arbeiten beschränken sich auf a
gemeine Beschreibungen des Ziehens, Glühens und Beize
der Rohre. A. Pomp und W. Albert[1]) untersucht
den Einfluß des Kaltziehens auf Zugfestigkeit, Dehnun
Härte, Kerbzähigkeit und Gefüge nahtloser Stahlrohre v
der in Zahlentafel 1 angegebenen Zusammensetzung. D
Versuchsrohre hatten im Ausgangzustand einen äußer
Durchmesser von 70 mm und eine Wanddicke von 8 m
Sie wurden vor Aufnahme der eigentlichen Ziehversuc
wie folgt vorbehandelt: 1. normalgeglüht, 2. vergütet, 3.
Blei abgeschreckt. Die nach diesen Wärmebehandlung
ermittelten Festigkeitswerte sind in Abb. 2 schaubildli
wiedergegeben. Als Zerreißproben dienten Rohrläng
streifen, bei deren Herstellung besonderer Wert auf d

[1]) Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. Bd. 9 (1927) Lfg. 4, S. 53.

Abb. 2
Festigkeitseigenschaften der verschieden vorbehandelten Werkstoffe in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt

Zahlentafel 1. Analyse der Werkstoffe

Werkstoff	C vH	Si vH	Mn vH	P vH	S vH
A	0,10	0,14	0,54	0,022	0,028
B	0,23	0,29	0,59	0,024	0,045
C	0,41	0,32	0,54	0,028	0,025
D	0,57	0,09	0,45	0,017	0,031
E	0,84	0,14	0,32	0,014	0,017

Erhaltung des jeweiligen Rohrzustandes im Mittelteil der Zerreißprobe gelegt wurde. Durch Vorversuche war eine geeignete Kerbschlagprobenform — ein Rohrlängsstreifen von 12 mm Breite mit 6 mm tiefer Spitzkerbe, 120 mm Länge und 90 mm Auflageentfernung — ermittelt worden. Die Härteprüfung (5/750/30) wurde an der inneren Rohroberfläche vorgenommen.

Die Ausgangsrohre wurden mit mehreren, ohne Zwischenglühung aufeinanderfolgenden Zügen nach den drei in der Praxis gebräuchlichen Ziehverfahren (Druckzug, Stopfenzug, Stangenzug) bis zur Erschöpfung der Ziehfähigkeit gezogen und in den einzelnen Ziehstufen in der gekennzeichneten Weise untersucht. Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften von der gesamten Querschnittverminderung bei den verschieden vorbehandelten Rohren aus Werkstoff A. Die die einzelnen Vorbehandlungen kennzeichnenden Zugfestigkeits- und Härteschaulinien steigen mit wachsender Gesamtabnahme nahezu geradlinig an. Sie verlaufen entsprechend den im Ausgangzustand festgestellten Werten in gleichmäßigen Abständen übereinander. Während die Schaulinie der Kerbzähigkeit des normalgeglühten Rohres schon bei geringen Querschnittverminderungen stark abfällt, zeigen die vergüteten und die in Blei abgeschreckten Rohre selbst bei starken Abnahmen noch bedeutend höhere Kerbzähigkeit. Diese hohe Zähigkeit ist für bestimmte Verwendungsgebiete der kaltgezogenen Rohre, wie Kraftfahr- und Flugzeugbau von besonderer Bedeutung. Auf die Wiedergabe der den härteren Werkstoffen entsprechenden Kurvenblätter muß an dieser Stelle verzichtet werden.

Die gewonnenen Ergebnisse der Festigkeitsprüfung gestatten gleichfalls einen Vergleich der verschiedenen Kaltziehverfahren. Im Verlauf der Festigkeits- und Dehnungsschaulinien zeigten sich bei den einzelnen Ziehverfahren praktisch keine Unterschiede. Gewisse Verschiedenheiten traten dagegen bei der Härte- und Kerbzähigkeitsprüfung zutage. Die mit Druckzügen gezogenen Rohre lieferten stets den höchsten Härtewert. Die besten Kerbzähigkeitswerte waren allgemein bei den mit Stangenzügen gezogenen Rohren festzustellen.

Die Vergleiche der durch Kaltziehen bedingten Festigkeitsänderungen von Stahlrohren verschiedener Zusammensetzung zeigen, daß die Zugfestigkeit- und Härteschaulinien entsprechend den Ausgangswerten in nahezu gleichmäßigen Abständen übereinander verlaufen. In den Beispielen, Abb. 4 und 5 werden die Festigkeitseigenschaften von normalgeglühten und in Blei abgeschreckten und dann mit Stopfenzügen gezogenen Rohren verschiedener Zusammensetzung schaubildlich wiedergegeben. Die Zugfestigkeit steigt mit zunehmender Gesamtabnahme anfänglich rascher, dann langsamer, nahezu geradlinig an. Bei Querschnittverminderungen über 70 vH ist bei den verschiedenen Werkstoffen ein mehr oder weniger deutliches Abzweigen von der Geraden nach oben festzustellen. Die Dehnung erreicht bei allen Werkstoffen nach rd. 30 vH Abnahme einen gleichbleibenden kleinsten Wert. Die Kerbzähigkeit der normalgeglühten Werkstoffe ist nach rd. 40 vH Querschnittverminderung bei allen Werkstoffen gleich niedrig. Die Bleihärtung wirkt nur bei dem weichen Werkstoff *A* erhöhend auf die Kerbzähigkeit der kaltgezogenen Rohre.

Grundlegende Unterschiede in der Gefügeausbildung der nach verschiedenen Ziehverfahren gezogenen Rohre waren nicht festzustellen. Im allgemeinen ließ sich bis zu Gesamtabnahmen von 40 vH keine deutliche Streckung des Gefüges beobachten.

Über die bei den besprochenen Versuchen durchgeführten Kraftbedarfmessungen wird in einem Anhang zu der eigentlichen Arbeit gesondert berichtet. Die Auswertung geschah auf Grund der von Kiesselbach aufgestellten Formel für die Formänderungsarbeit, aus der ein Ausdruck für die theoretische Zugkraft bei verlustfreier Formgebung abgeleitet wurde. Nach Einführung des Begriffes Wirkungsgrad, durch den das Verhältnis der theoretischen zur gemessenen Zugkraft bezeichnet wird, ergab sich für die erforderliche Zugkraft Z die Beziehung

$$Z = F_1 \ln \frac{F_0}{F_1} k_f \frac{1}{\eta} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1),$$

falls F_0 den Querschnitt des Rohres vor, F_1 nach der Umformung, k_f die Formänderungsfestigkeit, ermittelt als Mittelwert der Zugfestigkeit des Werkstoffs vor und nach dem Zug, und η den Wirkungsgrad des Rohrziehvorganges bedeutet. Für die Bedürfnisse der Praxis wurde eine verein-

Abb. 3
Festigkeitseigenschaften in Abhängigkeit von der gesamten Querschnittverminderung (Werkstoff A, Stopfenzug)

Abb. 6
Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme (Druckzug)

Abb. 4 und 5
Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Werkstoffe in Abhängigkeit von der Gesamtabnahme (Stopfenzug)

fachte Näherungsformel entwickelt, die in vielen Fällen noch genügende Genauigkeit haben dürfte:

$$Z = (F_0 - F_1)\, k_f \frac{1}{\eta} \quad \ldots \ldots \ldots (2).$$

Da bei den ausgeführten Ziehversuchen die Rohrquerschnitte bekannt, die erforderliche Zugkraft sowie die Zugfestigkeit des Rohrwerkstoffes für jede Ziehstufe bestimmt worden waren, konnten die Wirkungsgrade der einzelnen Ziehverfahren nach beiden Rechnungsarten ermittelt werden. Der Unterschied der mit den beiden Formeln erhaltenen Werte ist bei mäßigen Zugabnahmen gering, nimmt aber mit steigender Querschnittverminderung stark zu. Die mit Gl. (1) berechneten Werte sind in den Abb. 6, 7 und 8 in Abhängigkeit von der Zugabnahme schaubildlich wiedergegeben und erweisen sich als unabhängig von der Festig-

Abb. 7
Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme (Stopfenzug)

Abb. 8
Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme (Stangenzug)

keit der gezogenen Werkstoffe. Der Wirkungsgrad der Druckzüge liegt jedoch höher und nimmt mit steigender Zugabnahme rascher zu als der Wirkungsgrad der Stopfen- und Stangenzüge. Mit Hilfe der für die untersuchten Ziehverfahren ermittelten Wirkungsgrade kann für bestimmte Abnahme- und Werkstoffverhältnisse die erforderliche Zugkraft berechnet werden. [M 192]

Düsseldorf A. Pomp

Dampfkessel-Baustoffe

Verhalten der Kesselbaustoffe im Betriebe

Die Kesselbaustoffe müssen sich gut walzen und schmieden lassen und sich zum Warmnieten eignen, also gut warmverarbeitbar sein. Kalt verformt werden die Kesselbaustoffe beim Biegen der Bleche, beim Einwalzen der Rohre, beim Verstemmen der Niete usw., daher ist auch weitgehende Kaltbearbeitbarkeit zu fordern. Für den Betrieb der Kessel ist dann noch genügende Festigkeit und Streckgrenze sowie gute Zähigkeit des Flußstahls auch bei Temperaturen bis 450 °C nötig[1]). Die bisher üblichen Baustoffe erfüllen bei der Abnahmeprüfung diese Anforderungen. Den höchsten Ansprüchen des Kesselbaubetriebes entspricht Nickelflußstahl, doch steht sein hoher Preis seiner allgemeinen Einführung entgegen. Auch die Forderung der Sicherheit gegen Anfressung erfüllen die heutigen Kesselbaustoffe meist ausreichend.

Von besonderer Wichtigkeit ist, daß nach der Abnahmeprüfung der Werkstoffe, also bei der Herstellung und dem Betrieb der Kessel keine wesentlichen Veränderungen der Eigenschaften des Werkstoffes vorkommen, d. h. seine Festigkeitseigenschaften und die Zähigkeit müssen die bei der Abnahme vor der Kesselherstellung erreichten Werte beibehalten. Die gefürchteten Betriebsrisse, wie Nietlochrisse, Risse an der Stemmkante, dürfen nicht auftreten. Sprödewerden der Kesselbaustoffe und Rißbildung sind aber trotz allen Bemühungen der Stahlerzeuger nicht verschwunden, so daß durch die bei der Herstellung und im Betriebe der Kessel eintretenden Eigenschaftsänderungen manchmal noch Zerstörungen ganzer Kessel oder einzelner Teile vorkommen.

Die Bleche werden vor der Verwendung geprüft und erleiden dann durch die Kaltschere, das Biegen, Nieten oder Schweißen eine Kaltverformung. Diese Arbeiten sowie die Einwirkungen im Betriebe rufen, wie R. Baumann[2]) festgestellt hat, Eigenschaftsänderungen hervor. Die bis jetzt übliche Prüfung der Kesselbaustoffe liegt also nicht an der richtigen Stelle des Herstellvorganges. Die durch Kaltverformung entstandenen Schädigungen beseitigt ein deutsches Werk durch nachträgliches Glühen der geschweißten Kessel bei etwa 920 °, doch lassen sich die durch Einwalzen der Rohre und die infolge von Wärmespannungen im Betriebe auftretenden Formänderungen nicht ausgleichen. Die Voraussetzungen für die gefährliche Alterung des Stahles sind stets im Kesselbetriebe gegeben.

Selbst schwache Kaltverformung bei nachfolgender Lagerung oder Erwärmung (Alterung) ruft tiefgreifende Veränderungen des Stahles hervor. Schon die Zerreißprüfung läßt die durch Alterung hervorgerufenen Eigenschaftsänderungen erkennen, und sie werden durch die Kerbschlagprüfung noch deutlicher. Nickellegierter Stahl erleidet, wie P. Goerens[3]) gezeigt hat, durch die Alterung keine wesentliche Verminderung seiner Kerbzähigkeit, dagegen sinkt die des Stahles von der üblichen Zusammensetzung bei den Untersuchungen von Fry von 25 mkg/cm² auf 2,8 mkg/cm². Solch niedrige Kerbzähigkeiten sind an Kesselblechen, die im Betriebe versagt haben, häufig festgestellt worden. Auch die Empfindlichkeit des Flußstahles gegen Rißbildung unter Einwirkung des Speisewassers hängt mit der Alterung zusammen. Noch stärker als das Speisewasser wirken konzentrierte Laugen. M. Werner zeigte, daß in Mischsäure-Kesseln gerade die Stellen örtlich stark zerfressen waren, an denen Kraftwirkungsfiguren, also Kaltverformungen, vorgelegen hatten.

Nicht alle Flußstahllieferungen erleiden, wie wiederholt beobachtet wurde, durch Kaltverformung gleiche Schädigungen. Ludwik[4]) berichtete über einen Stahl, der durch Alterung nicht spröde wurde. Fry nimmt an, daß unsere heutigen Flußstahlarten in ihren Eigenschaften noch nicht sicher erfaßt sind und daß entgegen der heute üblichen Auffassung die Alterungsempfindlichkeit weichen Stahles nicht eine Eigenschaft dieses Werkstoffes an sich ist, sondern daß irgendwelche bisher unbekannten Verhältnisse die Alterungsempfindlichkeit wesentlich beeinflussen.

[1]) A. Fry, „Kruppsche Monatshefte" Bd. 7 (1926) S. 185.
[2]) Z. Bd. 59 (1915) S. 628. [3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 41.
[4]) Z. Bd. 70 (1926) S. 382.

Abb. 9 bis **12**
Lage des Abfalls der Kerbzähigkeit bei Kruppschem Sonderflußstahl *a* und Kesselblech *b* in Abhängigkeit von Probenbreite und Prüftemperatur. (Normale Charpy-Proben mit Rundkerbe von 4 mm Dmr.)
o- - - - - ungereckte Proben
+——— um 10 vH gereckte und gealterte Proben

Fry berichtet über einen unlegierten Stahl, der alle an gute Kesselbaustoffe zu stellenden Anforderungen, vor allem hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften und Schweißbarkeit, leicht erfüllt, und der durch 10 vH betragende Kaltverformung und nachfolgendes Anlassen nicht spröde wird. Gealterte Biegeproben dieses Kruppschen Sonderstahles[5]) zeigen bei Tiefätzung auf Kraftwirkungsfiguren, daß dieser Werkstoff, im Gegensatz zu dem üblichen Kesselstahl, praktisch keine solchen Figuren beim Ätzen annimmt. In der Materialprüfungsanstalt zu Stuttgart nach verschiedenen Graden des Reckens vorgenommene Untersuchungen der Kerbzähigkeit des neuen Werkstoffes zeigen klar, daß er sogar nach Recken um 20 vH und nach Anlassen seine ursprüngliche Kerbzähigkeit fast völlig behalten hat. Gewöhnlicher Kesselstahl war dagegen schon bei Recken um 5 vH und darauffolgendem Anlassen spröde geworden.

Will man einen klaren Vergleich der Kerbzähigkeit verschiedener Werkstoffe haben, so muß man in Abhängigkeit von Temperatur und Probenbreite die Grenze darstellen, bei der die Kerbzähigkeit plötzlich abnimmt. Abb. 9 bis 12 zeigen die Untersuchungsergebnisse für den üblichen Kesselstahl und den neuen Sonderstahl. Die Kerbschlagprüfung ist daher wohl geeignet, bei richtiger Anwendung eine sehr klare Kennzeichnung des Werkstoffes zu geben. Für die üblichen Kesselstähle besteht ein starker Unterschied zwischen der Zähigkeit im geglühten und im gealterten Zustande; die gealterten Stähle sind auch bei weit über Zimmerwärme liegenden Temperaturen noch spröde. Die Alterung hat dagegen beim Sonderstahl kaum Einfluß auf die Kerbzähigkeit; sie ist auch in diesem Zustande noch oberhalb 0 °C gut. Vergütet man beide Werkstoffe, so fällt die Kerbzähigkeit bei gealterten und ungealterten Proben erst bei tiefen Temperaturen ab.

Die mit der Kerbschlagprüfung gefundenen Werte wurden mit den Ergebnissen der statischen Kerbbiegeprüfung nachgeprüft und durch sie bestätigt. Man darf daher, statt der schwer ausführbaren statischen Biegeprüfung, die Kerbschlagprüfung zur Kennzeichnung der Werkstoffeigenschaften benutzen. Die vergleichende Prüfung des neuen Kruppschen Sonderstahles und des üblichen Stahles auf die Anfressung durch Natronlauge an gealterten Biegeproben ergab, daß der neue Werkstoff bei geeigneter Wärmebehandlung nach mehrwöchigem Versuche noch unzerstört war, während Stahl schon nach zwei bis sieben Tagen aufriß. Verdünnte Schwefelsäure (1 : 40) bewirkte an gealterten Proben bei Zimmertemperatur nach 100 h bei Stahl einen durchschnittlichen Gewichtverlust von 4 g/m²h, beim neuen Sonderstahl von Krupp dagegen nur 1,3 g/m²h.

Die Kerbschlagprüfung des Flußstahles im gealterten Zustande vermittelt außerordentlich wichtige Aufschlüsse über die Eignung im Kesselbetriebe, und zwar sowohl hinsichtlich der Zähigkeit des Werkstoffes im Betriebe als auch hinsichtlich der Sicherheit gegen Rißbildung unter dem Einflusse des Speisewassers und hinsichtlich der Sicherheit gegen Anfressung. [M 273] M. W. N.

[5]) Führt die Handelsbezeichnung Izett-Flußeisen.

Nachtrag zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel[1])

Im März d. J. beschloß der Deutsche Dampfkesselausschuß einige Änderungen der 1926 neu herausgegebenen Vorschriften[2]). Bezüglich der Wasser- und Ankerrohre wurde bestimmt, daß das Werk beim Versagen von Proben berechtigt sein soll, die betreffende Gruppe von Rohren

[1]) Erschienen im Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S 14. Preis 0,60 ℳ
[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1675 u. f.

nach Verbesserung des Werkstoffes nochmals zur Prüfung vorzulegen, während bisher die Rohre sofort verworfen wurden; diese und einige weitere Änderungen bringen für die Abnahme gewisse Erleichterungen, die die Sicherheit nicht beeinträchtigen.

In den Bauvorschriften wurde die bisher geltende Art der Berechnung gewölbter, auf Innendruck beanspruchter Vollböden, die schon aus dem Jahr 1908 stammt, endlich durch eine neue ersetzt, die auch die Übergangsbestimmungen für neue Böden vom Jahr 1925 ablöst. Die neue Vorschrift behält die Grenzwerte der sogenannten „Godesberger Formel" von 1925 (r mindestens $D/10$, R höchstens D) bei; die Wertzahl z (Verhältnis zwischen Krempen- und Scheitelspannung) dagegen, die bisher nur zum Verhältnis r/D in Beziehung gebracht war, ist ersetzt durch einen Formwert y, der durch Versuche für Böden mit verschiedenen Werten von r/D sowie, und das ist neu, von h/D (h = Höhe der Wölbung) bestimmt wurde. Dadurch wird ausdrücklich der Einfluß der Pfeilhöhe auf die Beanspruchung betont, ohne daß die Bedeutung des Krempenhalbmessers verringert wird. Die Sicherheitzahl x beträgt für Vollböden 3,5, sie erhöht sich für durchbrochene Böden auf 4,25 (Mannloch in der Mitte) und ist für die sehr ungünstig beanspruchten Böden mit seitlichem Mannloch, bei denen Spannungsverlauf und günstigste Form erst durch weitere Versuche geklärt werden müssen, noch entsprechend größer zu wählen.

Gewölbte Flammrohrböden mit Aus- oder Einhalsung werden bis auf weiteres noch nach der bisherigen Formel $s = \frac{p\,r}{200\,k}$ (s = Blechdicke, p = Betriebsdruck) berechnet, w[illegible] bei unter bestimmten Voraussetzungen k bis 7,5 kg/m[illegible] zugelassen ist.

Die bisherige Art der Berechnung von Bügel- od[illegible] Deckenträgern für Feuerbüchsendecken trifft nicht mehr z[illegible] seitdem die Tragfähigkeit des Deckenblechs in Rechnu[illegible] gestellt werden darf. Obwohl die Träger ausgeführt[illegible] Kessel, besonders von Lokomobilen, z. T. wesentlich höhe[illegible] Belastungen als von 900 kg/cm² ohne Anstand ertrage[illegible] wurde davon abgesehen, höhere Belastungen zuzulasse[illegible] Die Formel für die Berechnung der Träger wurde aus d[illegible] Vorschriften gestrichen und nur als Beispiel in die „E[illegible] läuterungen" aufgenommen, wobei gleichzeitig die höchs[illegible] Bewertungszahl für die Tragfähigkeit des Deckenblechs a[illegible] gegeben ist.

Wasser- und Teilkammern, bei denen die besonders g[illegible] fährdete hintere Unterkante nahtlos (ohne Schweißung[illegible] hergestellt ist, bieten gegen Aufreißen praktisch ausre[illegible] chende Sicherheit; für diese Bauart sind daher gewisse E[illegible] leichterungen bezüglich des Schutzes durch Mauerwerk un[illegible] bezüglich der Beobachtungsmöglichkeit zugelassen worde[illegible]

Die von einem besonderen Ausschuß herausgegebene[illegible] „Erläuterungen" sind ebenfalls ergänzt; hervorzuheben i[illegible] besonders die Erläuterung zu den neuen Bodenvorschrifte[illegible] sowie die Empfehlung, nahtlose Vierkantrohre für Übe[illegible] hitzer, Teilkammern (Sektionen) u. dergl. mit dem doppelte[illegible] Betriebsdruck, mindestens aber mit 40 at zu prüfen.

[N 380] Spr.

Kleine Mitteilungen

Kompressorlose Großdieselmotoren für Schiffszwecke

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, erhielt von der Deutsche Werft, A.-G., Hamburg, den Auftrag, drei Großdieselmotoren zu liefern, die für Einwellen-Motorfrachtschiffe der Hamburg-Amerika-Linie bestimmt sind. Die Maschinen werden in sechs Zylindern bei 90 Uml./min 4500 Wellen-PS leisten und werden als doppeltwirkende kompressorlose Zweitaktmotoren ausgeführt. Ihre Bauart ist von der AEG nach den Patenten des schwedischen Ingenieurs K. J. E. Hesselman und nach eigenen Schutzrechten entwickelt worden. Die Motoren sollen zu Anfang des nächsten Jahres abgeliefert werden; sie werden die ersten doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotoren von dieser Leistung sein, die im In- oder Ausland in Betrieb kommen werden. [N 586 a] Ls.

Schweizerische Bahnbauten 1926

Unter den vierzehn während des Jahres 1926 im Bau befindlichen Bahnlinien in der Schweiz sind in diesem Jahre vier Linien neu begonnen worden. Acht Bahnstrecken, darunter die 4963 km lange Regelspurstrecke Mendriso – Stabio – Landesgrenze, die Furka-Oberalp-Bahn und die unmittelbare Verbindungslinie zwischen der Aarauer und der Hauensteinlinie in Olten, wurden fertiggestellt und dem Betrieb übergeben. Verschiedene Strecken wurden durch Legen eines zweiten Gleises ausgebaut, z. B. Thalwil – Richterswil und Brüggen – Winkeln, einige Haltestellen eröffnet und Bahnhöfe erweitert.

Eine steinerne Brücke über den Châtelardbach zwischen La Conversion und Grandvaux wurde vollendet, ferner eine Reihe von Brücken umgebaut und verstärkt.

Die Umstellung auf elektrischen Betrieb hat weitere Fortschritte gemacht. So ist die Umstellung auf den Strecken Lausanne – Palézieux, Zürich – Rapperswil und Brügg – Pratteln durchgeführt worden. Auch die an die Schweizer Strecke Buchs – Landesgrenze anschließende österreichische Strecke hat im Dezember 1926 den elektrischen Betrieb aufgenommen. Auf verschiedenen anderen Bahnen wird die Umstellung vorbereitet. Der Bau des Kraftwerkes Vernayaz der Schweizer Bundesbahnen macht weitere Fortschritte, ebenso die 132 kV und 66 kV Spannung führenden Übertragungsleitungen und Unterwerke. („Schweizerische Bauzeitung" 18. Juni 1927 S. 336) [N 586 b] Krs.

Bremsfragen bei Güterzügen

Die Schlußsitzung der Tagung der amerikanischen Luftbremsen-Vereinigung, die Ende Mai d. J. in Washington stattfand, befaßte sich besonders mit den Güterzugbremsen. Dabei handelte es sich hauptsächlich darum, wie man die Handhabung von Güterzügen verbessern kann. Man legte folgende Punkte als entscheidend für die Bremsung fest: 1. Kenntnis der Zeitspanne zwischen dem Bremsen und Lösen an den Zugenden; 2. Untersuchung darüber, i[illegible] welchem Maße bei gleichem Bremsdruck ein leerer Wage[illegible] schneller als ein beladener gebremst wird; 3. Untersuchung wie Länge und Gewicht des Zuges die Bremsung beein flussen; 4. Aufklärung über die Bremswirkung in der Ge raden und in Krümmungen; 5. Ermittlung des Einflusse[illegible] durch die Pufferfederung; 6. Versuche, bessere Bremsklotz reibung bei niedrigen Geschwindigkeiten zu erzielen.

Jede fehlerhafte Führung eines Zuges kann infolge de[illegible] entstehenden Stöße und Zerrungen im Zuge den Ansatz z[illegible] späteren Brüchen legen. Auch hier ist die Bremsfrage vo[illegible] Wichtigkeit; denn naturgemäß wird sich jede Undichthei[illegible] in den Teilen der Luftbremsen und -leitungen in der Bremskraft bemerkbar machen. Statistisch ist nachgewiesen, daß die weitaus meisten Zugzerreißungen im vorderen Zugteil entstehen, und zwar in 40 vH Fällen bei den ersten zehn Wagen hinter der Lokomotive. Daher sollten Wagen mit schwacher Zug- und Stoßvorrichtung stets an das Ende eines Zuges gesetzt werden. Wichtig ist auch die Zusammenstellung der Züge. In jedem Fall ist es falsch, beladene Wagen hinter leeren laufen zu lassen. Die beste Lösung ist ein regelmäßiges Abwechseln von leeren und beladenen Wagen. Ist die Zahl der beladenen Wagen größer als die Hälfte der leeren Wagen, so wird am zweckmäßigsten die Hälfte der leeren Wagen vor die beladenen, die andre Hälfte hinter die beladenen gesetzt. („Railway Age" 4. Juni 1927 S. 1699) [N 586 c] Krs.

Belüftung von Straßentunneln in New York

Die beiden im Bau befindlichen Holland-Tunnel von je rd. 2,75 km Länge unter dem Hudson sollen für den Verkehr in beiden Richtungen zwischen Manhattan und Jersey City dienen. Jeden Tunnel werden stündlich 1900 Kraftwagen durchfahren. Für beide Tunnel sind insgesamt rd. 104 750 m³/min Luft nötig. Hierbei finden in 1 min 42 Luftwechsel statt. Diese Luftmengen werden von insgesamt 84 Lüftern zu- und abgeführt, deren Leistung zwischen 2250 und 6300 m³/min bei 15,2 bis 95 mm W.-S. Druck schwankt, je nach der Länge der Tunnelabschnitte, die sie zu versorgen haben. Die Durchlüftung geschieht von unten nach oben durch parallel zur Straßenrichtung oberhalb und unterhalb geführte Kanäle.

Die Lüfter werden in vier getrennten Gebäuden über der Erde untergebracht werden. Von ihnen führen insgesamt 28 Kanäle, je 14 für Luftzuführung und -absaugung, zu den verschiedenen Tunnelabschnitten. Jeder Kanal wird also durch drei Lüfter bedient. Die Lüfter können parallel geschaltet werden. Sie erhalten Energie mittels Kettenübertragung von Elektromotoren, die insgesamt 6000 PS leisten. 4000 PS werden bei voller Belastung gebraucht, 2000 PS dienen als Aushilfe. („Engineering News-Record" 9. Juni 1927 S. 934*) [N 586 d] Sd.

Prüfung einer schweren Gußstahlkette

Die englische Admiralität hat vor kurzem sehr weit-ehende Abnahmeversuche an einer von Beardmore & Co., Glasgow, hergestellten rd. 23 m langen Gußstahlkette von 76,2 mm Stabdicke mit Stegglieder ausgeführt, die dazu beitragen dürften, das Ansehen dieses Baustoffes in Schiffs-kreisen zu heben. Der Gußstahl wurde zunächst auf Zug-festigkeit geprüft, wobei er rd. 57 kg/mm² bei 25 vH Dehnung ergab. Auch eine Biegung um 180° verlief einwandfrei. Unter dem 1 t-Hammer hielt ferner jedes von den drei Gliedern der Probekette 15 Schläge aus, wobei die Verlän-gerung rd. 54 mm betrug. Bei der vorgeschriebenen Prüf-last von rd. 200 t verlängerte sich die Probe von drei Ketten-gliedern um rd. 8 mm. Auch bei der Belastung von rd. 300 t traten keine Risse auf. Selbst bei 400 t, der größten Last, die die Prüfmaschine zuließ, trat kein Bruch der Kette ein, obgleich die Verlängerung bereits auf über 171 mm anwuchs. Schließlich wurde die ganze Kette mit der vor-geschriebenen Höchstlast von rd. 200 t geprüft. Die Ver-längerung auf die Meßlänge von 22,3 m betrug hierbei 394 mm. Zum Vergleich sei bemerkt, daß die Prüflast einer entsprechenden geschmiedeten Kette nicht mehr als rd. 145 t betragen haben würde. („Engineering" 17. Juni 1927 S. 734) [N 586 e] H.

Magnettachometer als Schlupfmesser

Die Schlupfmessung bei Induktionsmotoren ist schwierig, wenn man auf Genauigkeit Wert legt, und be-sonders wenn die Belastung gering ist. Ein einfaches und billiges Verfahren wird von Prof. John E. Lear von der Universität North Carolina angewendet. Zwei gleiche Drehzahlmesser, bei denen die Spannung eines in einem Dauermagnetfeld umlaufenden Ankers benutzt wird, werden gegeneinander geschaltet. Wenn beide mit der gleichen Drehzahl laufen, wird die resultierende Spannung null, bei verschiedener Drehzahl ist die Spannung verhältnisgleich dem Geschwindigkeitsunterschied; sie kann an einem Span-nungszeiger abgelesen werden. Bei den Messungen wird der eine Drehzahlmesser durch einen Synchronmotor, der andre durch den Asynchronmotor, der untersucht werden soll, angetrieben; die Kupplungen zwischen den Motoren und den Drehzahlmessern müssen natürlich schlupffrei sein. Wenn man den Spannungszeiger nach der Drehzahl eicht, so kann der Schlupf unmittelbar in Uml./min abgelesen wer-den. Die beschriebene Meßeinrichtung wird seit Monaten benutzt; es hat sich gezeigt, daß ein Schlupf von 2 Uml./min auf ½ vH genau abgelesen werden kann. („Electrical World" 4. Juni 1927 S. 1200)
[N 586 f] Pa.

BÜCHERSCHAU

„Hütte". Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausgeg. vom Aka-demischen Verein Hütte, E. V. 25. Aufl. 4. Bd. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 864 S. m. zahlr. Abb. Preis 18 *M*.

Das Fehlen einer zusammenfassenden Darstellung der mechanischen Technologie ist von mir oft an maßgebender Stelle als eine der empfindlichsten Lücken des neuzeitlichen technischen Schrifttums bemängelt wor-den. Der Grund hierfür ist in der Hauptsache darin zu suchen, daß infolge der weitgehenden Arbeitsteilung der Technik auch im wissenschaftlichen Betriebe an unsern Technischen Hochschulen Lehrstühle vermißt werden, die die Technik als Ganzes unter besonderer Aufzeigung ihrer Grenzgebiete und Verästelungen behandeln. Auch die Tech-nologie als Wissenschaft wird heute spezialisiert gelesen; das ist gewiß nötig, aber ebenso nötig ist auch die zusam-menhängende Darstellung.

Im Schrifttum kann, nachdem man ein Werk wie das Technische Lexikon für Gewerbe und Industrie von Kar-marsch und Heeren mit dem Tode seiner Herausgeber und späteren Vollender hat gänzlich veralten lassen, diese Auf-gabe nur noch in einem auf systematischer Grundlage be-arbeiteten Werke geschehen, das durch ein abc-liches Register schlagwortartig schnelle und zutreffende Auskunft gibt.

Von dieser allgemein technologischen Auffassung aus kann der IV. Band der „Hütte" nicht warm genug begrüßt werden; er behandelt für den Maschinenbauer die „Indu-strielle Technik", d. h. er zeigt vornehmlich den Maschinen-bau in der Verkehrstechnik, im Bergbau, in der Landwirtschaft, im Nahrungsmittel-gewerbe, in der Forstwirtschaft, in der Häute- und Lederindustrie, in der Faser-stofftechnik, in der keramischen Industrie, im graphischen Gewerbe, in der Apparate-technik (Kino- und Radiotechnik) und in der Ver-packungstechnik. So sehr für jeden Fachmann diese Hütte in Ergänzung der ersten drei Bände ein nicht zu entbehrendes Nachschlagewerk sein wird, so sehe ich ihren höheren Wert als pädagogisch vortreffliches Lehr-mittel für unsre Studenten, denen auf knappstem Raum der Einblick in alle die Anwendungsgebiete verschafft wird, denen sie nach vollendetem Studium ihr Können und Wissen widmen wollen.

Die inhaltliche Gestaltung und die Bearbeitung selbst ist ausgezeichnet gelungen, was bei dem Stab hervorragender Mitarbeiter nicht zu verwundern ist. Meines Wissens ver-fügt das ausländische Schrifttum über kein Werk, das diesem gleichgestellt werden könnte. [E 436] Schlomann

Theorie der Brennkraftmaschinen und deren Brennstoffe vom Standpunkte der chemischen Gleichgewichtslehre. Von Markus Brutzkus. Halle a. d. S. 1926, Wilhelm Knapp. 62 S. m. 11 Abb. Preis 3,80 *M*.

Die Absicht des Verfassers ist, zu tieferer theoretischer Betrachtung der Verbrennungsvorgänge im Explosions- und Dieselmotor anzuregen. Er behandelt daher diese Vorgänge vom Standpunkte der physikalischen Chemie aus und ver-sucht, diese Anschauungen auch dem Verständnis des Maschineningenieurs näherzubringen. Bei seinen theore-tischen Ausführungen stützt sich der Verfasser im wesent-lichen auf Nernsts Lehrbuch der physikalischen Chemie. Die Verhältnisse des Brennstoffmotors sollen danach bei ideeller Durchmischung der reagierenden Stoffe darauf hinweisen, daß die Brennstoffe, die bei der Verbrennung ihre Mole-külzahl verringern, am vorteilhaftesten bei steigendem Druck, also während des Verdichtungshubes zu verbrennen sind, während Brennstoffe, die ihre Molekülzahl vergrößern, während des Expansionshubes bei fallendem Druck ver-brannt werden sollen. Daraus ergibt sich, daß Gasbrenn-stoffe im Explosionsmotor, flüssige Brennstoffe im Diesel-motor verarbeitet werden sollen, wie es übrigens auch be-reits geschieht.

Den Darlegungen des Verfassers wird man im ganzen beistimmen können. Die neueren Arbeiten von Neumann über den Zündverzug im Dieselmotor und die Theorie der Verbrennung von Aufhäuser werden in dem Buch noch nicht erwähnt; ebenso ist das Nernstsche Wärmetheorem nicht in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Ferner wären der Zeitfaktor der Verbrennung und die Tatsache, daß die chemischen Reaktionen nicht immer bis zum Gleich-gewicht ablaufen[1]), zu berücksichtigen.
[E 407] Dr.-Ing. W. Allner

Leitfaden der Technologie der Brennstoffe. Von H. Strache und H. Ulmann. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 471 S. m. 81 Abb. Preis 24,40 *M*.

Das vorliegende Buch soll das Studium der Technologie der Brennstoffe erleichtern; es soll für den praktischen Wärmeingenieur ein technisches Nachschlagebuch sein und ihm einen allgemeinen Überblick über die technologischen Grundlagen der Brennstoffe geben.

Dieser Aufgabe wird das Werk gerecht. Trotz des schon recht umfangreichen Schrifttums füllt es noch eine gewisse Lücke aus. Die Verfasser haben sich darauf be-schränkt, nur die Grundlagen zu geben und zu erläutern, im übrigen auf das Schrifttum hinzuweisen. Diese zahl-reichen Hinweise, die noch durch ein Quellenverzeichnis und eine Zusammenstellung der einschlägigen Zeitschriften ergänzt werden, sind besonders wertvoll für den Leser.

Im ersten Abschnitt werden die wichtigsten physi-kalischen und chemischen Grundlagen, im zweiten die Tech-nologie der wichtigsten festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe behandelt. Hier fällt auf, daß die Veredlung der Braunkohle nur ganz oberflächlich behandelt und ihre Verschwelung kaum erwähnt wird. Auch die neuen Ver-fahren der Kohlenverflüssigung hätten wenigstens genannt werden müssen, wenn sie auch noch keine praktische Be-deutung haben.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 411.

Sehr wertvoll ist der dritte Abschnitt, der die wichtigsten Prüfverfahren (Bestimmung des Wasser- und Aschegehaltes, des Heizwertes, des Kohlenstoff-, Stickstoff-, Schwefelgehaltes usw. (Teer- und Gasuntersuchungen) eingehend behandelt.

Wer sich über allgemeine Fragen der Brennstoffkunde unterrichten will, soll das Buch lesen.

[E 445] E. Praetorius

Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Herausgeg. von C. Geiger. Zweite, erweiterte Auflage. 2. Bd.: **Formen und Gießen.** Von C. Irresberger. Berlin 1927, Julius Springer. 584 S. m. 1702 Abb. Preis 57 *M*.

Zehn Jahre sind verflossen, seitdem die erste Auflage des Geigerschen Handbuches erschien, die in den interessierten Kreisen der Praxis sowohl wie der Wissenschaft weitestgehend Aufnahme fand. Gerade diese Zeit hat aber besonders durch die zunehmende Verbreitung der Maschine im Gießereibetrieb und durch seine Durchdringung mit wissenschaftlicher Erkenntnis und wissenschaftlichen Verfahren Umwälzungen veranlaßt, wie sie in diesem Ausmaß in früheren Jahrzehnten auch nicht im entferntesten in Erscheinung getreten sind.

Dieser Tatsache Rechnung tragend, hat der verdienstvolle Herausgeber eine Neueinteilung des ganzen umfangreichen Stoffes vorgenommen und ihn statt wie bei der ersten Auflage[1]) auf zwei, nunmehr auf drei stattliche Bände verteilt, deren zweiter sich ausschließlich mit dem Formen und Gießen beschäftigt und aus der Feder Carl Irresbergers stammt. Seine große praktische Erfahrung als verantwortlicher Leiter bedeutender Großgießereien und seine langjährigen wissenschaftlichen Studien machten ihn ganz besonders geeignet, diesen bedeutungsvollen Teil des Gießereiwesens von hoher Warte aus erschöpfend zu behandeln. Er hat diese schwierige Aufgabe in vorbildlicher Weise zu lösen verstanden und den umfangreichen Stoff dadurch übersichtlich gemacht, daß er ihn in fünf Hauptteile einordnete, in denen er die Handformerei, die Trockenvorrichtungen, Stahl- und Temperguß, Formplatten und Formmaschinen sowie das Gießen und die Gießmaschinen behandelt.

Sämtliche einschlägige Neuerungen wurden berücksichtigt, wobei namentlich auf die Herstellung von Kunstguß und Großguß, die Formerei von Walzen und Zylindern, die Entwicklung der Rüttel- und Schleuderformmaschinen und eine beachtenswerte Zusammenfassung der Stahlgußerzeugung zu erheblichen Erweiterungen gegenüber der ersten Auflage geführt haben.

Die Abbildungen sind sowohl in Darstellungsweise als in Wiedergabe und Auswahl ausgezeichnet, der Text ist bei aller Kürze leicht verständlich und angenehm zu lesen. In Fußnoten und am Ende der einzelnen Unterabschnitte ist eine große Menge Schrifttum angegeben, was dem Leser in bequemer Weise ermöglicht, sich eingehendere Kenntnisse über ein bestimmtes Gebiet oder eine besondere Maschine zu verschaffen. Ein alphabetisches Sachregister erleichtert die Benutzung des Buches.

Das vorliegende Werk zählt zu dem Besten, was über dieses grundlegende Gebiet des Gießereiwesens geschrieben ist, es steht in jeder Weise auf der Höhe der Zeit. Dem Studierenden wird es beim Einarbeiten in dies interessante und weitverzweigte Sondergebiet ein wertvoller Führer sein, den Praktiker versetzt es in die Lage, sich schnell und gründlich über alle Fragen des Formens und Gießens selbst in Sonderfällen klar zu werden, und dem Wissenschaftler bietet es einen guten Überblick über den heutigen Stand der Fortschritte der neuzeitlichen Form- und Gußherstellung. Auch der Maschinenbauer wird wertvolle Anregungen für die Weiterentwicklung des Formmaschinenbaues aus diesem Bande schöpfen können. [E 386] Lohse

Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, 3. Bd.: **Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie.** Von Walter Steger. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 147 S. m. 48 Abb. Preis 9,50 *M*.

Die Schrift, die weitere Kreise der keramischen Industrie mit wärmewirtschaftlicher Betrachtungsweise vertraut machen soll, hat vor andern wärmetechnischen Schriften den Vorzug, nicht zu Wärmeersparnissen um jeden Preis anzuregen; sie ordnet der Wärmeersparnis mit Recht die technologischen Bedingungen: gute Beschaffenheit der Ware, Verringerung der Ausschußzahlen usw. über. Im ersten Abschnitt wird daher die Wirkung des Trocknens und Brennens auf keramische Erzeugnisse behandelt. Die weiteren Abschnitte befassen sich mit den physikalischen Grundlagen des Trocknens und Brennens und den dazu dienenden Einrichtungen. Die Verteilung der zugeführten Wärmemengen auf Nutzwärme und Verluste wird auf Grund leider sehr spärlicher Zahlen untersucht.

[1]) Z. Bd. 60 (1916) S. 456.

Die folgenden Abschnitte über Verringerung der Verluste durch zweckmäßige Bemessung der Feuerung, Auswahl geeigneter Brennstoffe, Wärmeschutz der Öfen, Ausnutzung des Wärmeinhalts des Brennguts und der Abgase, Kupplung von Kraft- und Heizbetrieb, Verbesserung der Feuerbedienung und meßtechnische Überwachung des Brennbetriebes bilden den umfangreichsten und praktisch wertvollsten Teil des Buches. Ferner behandelt das Buch die wichtigsten Meßgeräte und die bei ihrer Verwendung auftretenden Fehler, die Organisation der Wärmeüberwachung, Beispiele von Wärmebilanzen. Zahlen über den Brennstoffbedarf der Brennöfen; andre Zahlentafeln und ein ausführliches Verzeichnis des Schrifttums beschließen das Buch.

Die leichtfaßliche Behandlung des Stoffes macht das Buch auch für den theoretisch weniger geschulten Betriebsmann brauchbar. Erwünscht wäre eingehendere Behandlung der für die Wärmewirtschaft wichtigen ofenbaulichen Fragen; der erforderliche Raum könnte leicht, z. B. durch Weglassen von Abbildungen und Beschreibungen der Meßvorrichtungen, beschafft werden. Einige veraltete Bücher aus dem Quellenverzeichnis sollten ausgemerzt werden.

[E 392] Dr.-Ing. W. Friedmann

Fortschritte in der Kautschuk-Technologie. Von F. Kirchhof. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 201 S. m. 66 Abb. u. Tab. Preis 13,50 *M*.

Nach einer kurzen Besprechung der wirtschaftlichen Fragen der Kautschukindustrie geht der Verfasser auf die Technologie des Kautschuks ein. In den zwölf Abschnitten, die die Bearbeitung des Kautschuks vom Latex bis zum fertigen Erzeugnis behandeln, werden auch die Kautschukregeneration, die Herstellung synthetischen Kautschuks und vor allem die mechanisch-technologische Kautschukprüfung eingehend besprochen. Die Buch-, Zeitschriften- und Patentliteratur wird bis Mitte 1926 berücksichtigt.

[E 450] C. B.

Der moderne Kapitalismus. Von Werner Sombart. 3. Bd.: **Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus.** Von Werner Sombart. 1. H.: Die Grundlagen — Der Aufbau. München und Leipzig 1927, Duncker & Humblot. 514 S. Preis 17 *M*.

Dem ersten und zweiten Bande von Sombarts großem Werk „Der moderne Kapitalismus“, nämlich der Darstellung der vorkapitalistischen Wirtschaft (Mittelalter) und des Frühkapitalismus (16. bis 18. Jahrhundert) ist jetzt der dritte und letzte Band (und zwar zunächst der erste Teil) gefolgt mit einer Schilderung der dann eingetretenen hochkapitalistischen Wirtschaftsepoche, die mit Beginn des großen Krieges ihr Ende erreicht hat.

Der vorliegende erste Halbband umfaßt die Grundlagen (mit einem für Techniker besonders lesenswerten Kapitel „Die Technik“) und den Aufbau des Hochkapitalismus. Im „Aufbau“ behandelt Sombart drei große Fragenkreise: das Kapital, die Arbeitskräfte und den Absatz.

Es ist, wie immer, ein hoher Genuß, Sombarts geistvollen Ausführungen zu folgen, auch wenn man nicht in allen Fragen mit ihm einig geht. [E 311] Fr.

Galilei und sein Kampf für die Copernicanische Lehre. Von Emil Wohlwill. 1. und 2. Bd. Hamburg und Leipzig 1909, Leopold Voss. 1. Bd.: 646 S. 2. Bd.: 435 S. Preis je Bd. 18,50 *M*.

Emil Wohlwill starb am 2. Februar 1912, ohne die Biographie Galileis, deren Abfassung er fast sein ganzes Leben gewidmet hatte, vollendet zu haben. 17 Jahre nach dem ersten Band ist der zweite Band jetzt erschienen und von einer Anzahl von Fachgelehrten aus hinterlassenen Manuskripten des Verfassers und anderweitigen Aufzeichnungen vollendet worden. Während der erste Band durch eine bis auf das äußerste getriebene historische Gewissenhaftigkeit ausgezeichnet ist, die dem Werk einen außerordentlichen wissenschaftlichen Rang zuweist, erkennt man am zweiten Teil doch das Fehlen der einigenden Hand, die die Einfügung von Korrekturen, Ergänzungen usw. einheitlich durchführen konnte.

Das Buch bringt auch viele Einzelheiten aus der Geschichte der Naturwissenschaften, und man erfährt manches über das Wirken Tychos, Kepplers u. a. Für den, dem das Leben berühmter Männer Beispiel ist, wird dieses Buch viel Wertvolles geben. [E 361] Wf.

Gußeisentaschenbuch. Von Theodor Klingenstein. Ausgabe 1927, Stuttgart 1927, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 244 S. m. 87 Abb. Preis 6,50 *M*.

Flugzeugnavigation und Luftverkehr. Von Hermann Röder. Dresden 1927, Otto Herm. Hörisch. 233 S. m. Abb. Preis 12 *M*.

Die Statik im Eisenbetonbau. Von Kurt Beyer. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 609 S. m. zahlr. Abb. Preis 36 *M*.

Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? Von K. Kleppisch. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 38 S. m. Abb. Preis 1 ℳ.

Sammlung Göschen, 961. Bd.: **Technische Schwingungslehre.** Von. L. Zipperer. 2. T.: Schwingungen in Maschinenanlagen. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 123 S. m. 44 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Der Flotations-Prozeß. Von C. Bruchhold. Berlin 1927, Julius Springer. 288 S. m. 96 Abb. Preis 27 ℳ.

Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, 3. Bd.: **Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie.** Von Walter Steger. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 147 S. m. 48 Abb. Preis 9,50 ℳ.

Asphalt-Straßenbau. Neuere Baustoffprüfungen. Von Karl Krüger. Berichte und Beschlüsse des 5. Internationalen Straßenbaukongresses Mailand-Rom 1926. Leipzig-Gautzsch 1926, F. R. Winter & Co. 44 S. Preis 2,80 ℳ.

Wirtschaftswissenschaftliche Gesellschaft z. Studium Niedersachsens, E. V. Forschungen, 1. H.: **Der Bergbau im Harze und im Mansfeldischen.** Von Kurt Brüning. Braunschweig u. Hamburg 1926, Georg Westermann. 214 S. m. versch. Abb. Preis 10 ℳ.

Der Fisch. Mitteilungen über Fischerei, Fischindustrie, Fischhandel und allgemeine Fischverwertung. Herausgeg. von Hanns Lengerich. 2. Bd. Lübeck 1924, „Der Fisch". 502 S. m. 135 Abb. Preis 18 ℳ.

Consorcio del Puerto Franco de Barcelona. 1927. 54 S. mit 1 Karten- und Tabellenmappe.

Das Arbeitsrecht Deutschlands. 8. Bd.: **Das Recht der Angestellten.** Von Georg Baum. Berlin und Wien 1927, Spaeth & Linde. 256 S. Preis 5,70 ℳ.

Die Leipziger Messe und ihre Organisation. Herausgeg. vom Leipziger Meßamt. 86 S. Leipzig 1926, Selbstverlag. Preis 1 ℳ.

Sammlung Göschen, 963. Bd.: **Finanzierung der Unternehmungen.** Von Friedrich Leitner. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 108 S. Preis 1,50 ℳ.

Sammlung Vieweg, 89. H.: **Der tönende Film.** Von Jo Engl. Braunschweig 1927, Friedrich Vieweg & Sohn. 98 S. m. 59 Abb. Preis 6,50 ℳ.

Bayernbuch für Handel, Industrie und Gewerbe. 1927. München 1927, Adreßbuchverlag der Industrie- und Handelskammer München. 2526 S. Preis 15 ℳ.

Handwörterbuch des Kaufmanns. Lexikon für Handel und Industrie. Herausgeg. von Karl Bott. Hamburg 1927, Hanseatische Verlagsanstalt. 1. Bd. A—D 946 S. 2. Bd. E—H. 1086 S. Preis je Bd. 30 ℳ.

Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H. Dortmund-Bochum-Münster und ihre Entwicklungsgeschichte. Dortmund 1926. 155 S. m. 154 Abb. u. 3 Plänen.

Merkbuch für Werkstudenten und Reichsbahnbauführer im Lokomotivfahrdienst. Herausgeg. v. Verkehrszentralamt der Deutschen Studentenschaft, Technische Hochschule Darmstadt. Bearb. von Hermann Maey und Eduard Koeppe. Darmstadt 1927. 97 S. m. versch. Abb. Preis 2 ℳ.

Mitteilungen vom Verband Deutscher Patentanwälte. Herausgeg. von Fritz Warschauer. Sondernummer anläßlich des 50jährigen Bestehens der Deutschen Patentgesetzgebung. Berlin Mai 1927. 226 S. Preis 7 ℳ.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Eingabe betreffend Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft

An den
Herrn Reichskanzler Dr. Marx,
Berlin.

Betrifft: Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.

Der Verein deutscher Ingenieure hat es seit langen Jahrzehnten für eine seiner Hauptaufgaben betrachtet, die technisch-wissenschaftliche Forschung vorwärts zu treiben und — soweit es in seinen finanziellen Kräften lag — mit eigenen Mitteln zu fördern. Die Entwicklung der Technik in den letzten Jahrzehnten lehrt in weit höherem Maß, als dies selbst den Führern unsrer Industrie bewußt zu werden pflegt, wie jedes Ergebnis solcher Forschungen — mag es ursprünglich auch noch so abseits von der Richtung der industriellen Arbeit zu liegen scheinen — diese aufs nachhaltigste befruchtet und ihr oft ganz neuartige, für unser Wirtschaftsleben bedeutsame Wege weist. Es muß zugegeben werden, daß diese Beziehungen zwischen wissenschaftlicher Forschung und wirtschaftlicher Ausbeute nicht für jedermann offen zutage liegen und daher — wie schon erwähnt — selbst den geistigen Führern unserer Industrie oft verschlossen bleiben. Dies ist vor allem darin begründet, daß sich zwischen die wissenschaftliche Forschung und ihre Auswirkung im industriellen Wirtschaftsleben eine beträchtliche Zeitspanne einschiebt, in der sich die Erinnerung an die Ursachen verwischt, die epochemachenden Impulsen des industriellen Schaffens zugrunde lagen. Zumeist muß erst ein heranreifendes neues Ingenieurgeschlecht mit der neuen Erkenntnis vertraut gemacht werden, um dieser die Auswirkung auf die breite technische Betätigung zu ermöglichen. In solchen Fällen ist die Pionierarbeit der ursprünglichen Forscher für das Bewußtsein der Industrieführer zur Selbstverständlichkeit herabgesunken, so daß sie die eigentliche schöpferische Tat nur in der Anwendung bekannter Erkenntnisse auf die Befriedigung eines praktischen Problems erblicken und mehr oder weniger von der Vorstellung getragen werden, daß der Vorrat solcher grundlegenden Erkenntnisse unerschöpflich sei und nur der Männer harre, die von seinem Reichtum den zweckdienlichen Gebrauch für die praktischen Aufgaben der Technik machen.

Im Schoße des Vereines deutscher Ingenieure sind seit langem eingehende entwicklungsgeschichtliche Studien betrieben worden, die die Abhängigkeit ganzer großer Betätigungsgebiete der Industrie von grundlegenden Forschungsergebnissen exakter Naturwissenschaft in solchem Maßstabe dargetan haben, daß der entscheidende geistige Fortschritt der Technik unmittelbar bedingt erscheint durch die unausgesetzte Vertiefung der grundlegenden wissenschaftlichen Forschung. Diese Beziehung könnte an ungezählten Beispielen der Technik festgestellt werden. Immer tritt dem Verein deutscher Ingenieure im Zusammenhang mit brennenden Aufgaben des technischen Fortschrittes aus berufenem Munde der Hinweis entgegen, daß unsre Erkenntnis der grundlegenden Vorgänge — wie z. B. der Strömung von Flüssigkeiten und Gasen, des Mechanismus des Verbrennungsvorganges, der Struktur des kristallinen Aufbaus der Metalle usw. — noch nicht ausreicht, um zielsicher die gestellten Aufgaben anfassen zu können.

Seit geraumer Zeit hat daher der Verein deutscher Ingenieure die Wichtigkeit wissenschaftlicher Forschung auf naturwissenschaftlichen und technischen Gebieten betont und sich selbst in den Dienst der Förderung solcher Forschungen gestellt. Leider hat der Krieg all diesen Bestrebungen einen einschneidenden Abbau zugefügt, auf den hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Dieser Abbau schien zunächst erträglich — und weite Kreise der Industrie werden ihn auch heute noch für erträglich halten —, solange das ganze geistige Streben der Industrie auf den Kampf mit den Sorgen des laufenden Tages eingestellt werden mußte und keine Zeit und Ruhe fand, sich mit der Sorge eines kommenden Tages zu belasten. Rationalisierung der Arbeit, Typisierung und wirtschaftliche Fertigung erfüllten die Gemüter aller maßgebenden Industrieführer. Man hatte vergessen, daß jede Fertigung der fortwährenden Nahrungszufuhr durch neue geistige Pionierleistungen bedarf, um auf die Dauer wettbewerbfähig zu sein. Man hatte vergessen und vergißt es noch heute, daß diese geistigen Leistungen der Technik schließlich gebunden sind an neuartige Kenntnisse, wie sie uns nur die wissenschaftliche Forschung aus dem Erfolg ihrer uneigennützigen und meist auch nicht zweckbestimmten Arbeit zur Verfügung stellt.

Der Verein deutscher Ingenieure hat auf das Betreiben vieler berufener Mitglieder es unternommen, sobald die ersten Nachwirkungen des Krieges überwunden

waren und die Beziehungen zum Auslande wieder auflebten, die für den industriellen Wettbewerb in Frage kommenden Länder durch fachkundige Männer bereisen zu lassen, die die Aufgabe hatten, den Stand der technisch-wissenschaftlichen Forschung festzustellen. Hierbei hat sich mit aller Deutlichkeit ergeben, daß im Auslande der Ansporn zu grundlegender Forschungsarbeit nach dem Kriege wesentlich stärker und nachhaltiger entwickelt ist als vorher. Man sucht planmäßig Forschungsverfahren, wie sie im wesentlichen nur in Deutschland üblich waren, in groß angelegten neuen Instituten selbst zu pflegen und hat in einigen Ländern und auf gewissen — für uns sehr wichtigen — Gebieten zum Teil mit in Deutschland geschulten Kräften bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen, hinter denen unsre eigene Forschung noch zurücksteht.

Der Zeitpunkt ist ohne allen Zweifel nicht mehr fern, an dem sich — gegenüber dem Auslande — bei uns die klaffende Lücke für alle, die davon betroffen werden, auftut, die durch die Unterbrechung der grundlegenden naturwissenschaftlichen Forschungsarbeit in der Kriegs- und Nachkriegszeit entstanden ist. Der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine, dem alle bemerkenswerten technisch-wissenschaftlichen Fachvereine Deutschlands angehören, hat sich mit dieser Frage in seiner Hauptversammlung vom 31. Mai 1926 befaßt und die folgende Entschließung gefaßt, die seinerzeit den Reichsbehörden und Länderregierungen unterbreitet wurde:

Entschließung.

„Die gegenwärtige wirtschaftliche Krisis, die ihren lähmenden Druck auf alle Entschließungen der Staatsregierungen und der privaten Wirtschaftskreise ausübt, darf keinesfalls den Anstoß dazu bieten, die wissenschaftliche Ausbildung des akademischen Nachwuchses unter der Not der Zeit leiden zu lassen. Vor allem muß die freie objektive Forschung auf wichtigen technisch-wissenschaftlichen Gebieten, die uns den Ausblick auf eine fortschrittliche Entwicklung unserer Erkenntnis gewähren, mit allen zu Gebote stehenden Mitteln gefördert werden. Das Ergebnis der Studienreisen, die einzelne Vereine des Deutschen Verbandes von berufenen Fachleuten in das Ausland unternehmen ließen, gipfelt in der Tatsache, daß die deutsche technisch-wissenschaftliche Forschung unbedingt ihre in der Vorkriegszeit bewährte Vielseitigkeit und Stoßkraft wiedererlangen muß, um im geistigen Wettkampf der Völker den Anteil deutscher Arbeit nicht in eine zweite Linie zurückdrängen zu lassen. Der deutsche Verband bittet die Regierungen, es im Interesse des deutschen Ansehens und der Einschätzung der deutschen Kraft als ihre besondere Pflicht zu betrachten, dem Forschungsdrange der berufenen Männer, die heute vielfach durch Lehraufgaben überbürdet sind, die Möglichkeit zur ungehinderten Entfaltung zu bieten. Weder mit Mitteln zur Durchführung wichtiger experimenteller Forschungsaufgaben, noch mit der Bereitstellung wissenschaftlicher Hilfskräfte darf gerade jetzt gespart werden, wo uns der geistige Fortschritt am ehesten über das drückende Bewußtsein unserer materiellen Not hinwegsetzen kann. Die Geschichte der Technik lehrt in tausend Einzelfällen, daß der wissenschaftliche Gewinn von heute, der weit entfernt von wirtschaftlichen Interessen errungen wurde, morgen der Grundstein zu bahnbrechenden Erfolgen unserer wirtschaftlichen Schlagfertigkeit werden kann."

Der gleichen Sorge hat der Verein deutscher Ingenieure Ausdruck verliehen durch den Hauptvortrag auf seiner diesjährigen Hauptversammlung, dessen Abdruck beigefügt ist[1]).

Der Verein deutscher Ingenieure empfand es als eine nationale Tat, daß die Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft in weitschauender Weise sich die Aufgabe stellte, nicht nur die in Jahrhunderten erprobte deutsche Mitarbeit auf geisteswissenschaftlichem Gebiet über die trostlose Zeit unserer finanziellen Ohnmacht hinüberzuretten, sondern auch die naturwissenschaftliche und technisch-wissenschaftliche Forschung fortzuführen. Die deutsche Technik verdankt der Notgemeinschaft bereits heute die wertvollsten Ergebnisse zahlreicher Forschungen, die meisten und größten jedoch sind von den Arbeiten zu erwarten, die sie im Rahmen der „Großen Volksaufgaben" mit Tatkraft und Weitblick aufgenommen hat.

Wenn es zutrifft, daß diese großangelegten Arbeiten durch die unsern geistigen Helfern und Kämpfern wieder Mut gemacht wurde, ihr Können zur Sicherung des weiteren Fortschrittes unserer Technik einzusetzen, jetzt aus etatsrechtlichen Gründen lahmgelegt werden sollen, würde der Verein deutscher Ingenieure einen solchen Schritt der Reichsregierung nur mit ernstester Sorge aufnehmen können. Unsere geistigen Kräfte sind gerade erst im Begriffe, sich zu neuer Arbeit zu sammeln und sich dem von allen Seiten mit einem Gefühl der Erleichterung begrüßten Plane der Notgemeinschaft zur Verfügung zu stellen. Ein Rückschlag muß vernichtend auf alle wirken, die dieser nationalen Aufgabe ihre Kräfte leihen wollten.

Der Verein deutscher Ingenieure unternimmt es daher in letzter Stunde, der Reichsregierung im Einklang mit seinen früheren Entschließungen zur Frage der grundlegenden Forschung aus innerster Überzeugung und aus eingehenden Erwägungen heraus, die dringende Bitte zu unterbreiten, der Notgemeinschaft für die Durchführung ihres verdienstvollen Planes die wirtschaftliche Grundlage ungeschmälert zu belassen.

Verein deutscher Ingenieure

Der Vorsitzende gez. Wendt — Der Kurator gez. Dr. G. Lippart

Die Direktoren

gez. C. Matschoß — gez. W. Hellmich

[1]) Vergl. F. Heidebroek, Technische Pionierleistungen als Träger industriellen Fortschritts, Heft 23 dieser Zeitschrift vom 4. Juni 1927 S. 809.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

BD. 71 SONNABEND, 9. JULI 1927 NR. 28

Überblick über die bauliche Entwicklung der Webemaschinen

Von Dipl.-Ing. Rud. Roßmann, München

Arbeitsweise und Zweck des mechanischen Webstuhls. An der Hand der beiden Hauptbewegungsarten werden die verschiedenen baulichen Möglichkeiten entwickelt und ihre wichtigsten Eigenschaften besprochen. Die Versuche, die Webemaschine selbsttätig arbeitend zu gestalten. Die verschiedenen grundsätzlichen Wege dabei. Der letzte Stand der Entwicklung.

Abb. 17 (links)
Hartmann-Wolfrum-Webstuhl

Vergl. S. 977. Die Schiffe werden durch kleine Pappkarten gesteuert und durch einen seitlichen Antrieb bewegt.

Abb. 18 (unten)
Jacquardwebstuhl mit Übertragung durch stehende Welle (Hartmann)

Vergl. S. 977. Die großen Pappkarten sind durch ein kleines zusammenhängendes Papierband für die Steuerung der Weblitzen ersetzt.

Die grundsätzlichen Anordnungen

Bei allen Webemaschinen sind zwei Hauptarten von Mechanismen vorhanden, die bewegt werden müssen, um das Gewebe zu bilden. Die Schützeneintragung und die Fachbildung. Während der Fachbildungsmechanismus die parallel zueinander laufenden Fäden der Kette jeweils so auseinanderspannt, daß ein freier Zwischenraum, das sogenannte Fach gebildet wird, dient die Schützenbewegung dazu, in dieses gebildete Fach den Schußfaden einzutragen. Dazu kommt dann noch die Bewegung des Blattes oder der Lade, wodurch der eingetragene Schußfaden von einem Kamm, der zwischen die Kettfäden eingreift, „angeschlagen" wird, sowie die langsame Bewegung des Gewebes und verschiedene Nebenbewegungen, Abb. 1.

Es gibt unzählige Möglichkeiten für die Fachbildung aus den Kettfäden. Je nach den verschiedenen Gewebearten und deren Aussehen werden andre Bedingungen gestellt. Je verwickelter und größer das Muster des Gewebes ist und je weniger sich die einzelnen Bilder wiederholen, um so umständlicher wird die Fachbildung. So entsteht die ganze Reihe der verschiedenen Fachbildungen und Gewebebindungen, angefangen von den einfachsten, wo abwechselnd die Zahl der geraden und der ungeraden Fäden gehoben wird (die sogenannte Tuchbindung), und endigend bei den verwickeltsten Mustern, bei denen jeder

Abb. 1
Schema der Hauptbewegungen zum Gewebeaufbau

x-Achse entspricht der Schützenbahn
y-Achse „ „ Kammbewegung
z-Achse „ „ Fachbewegung der Kettfäden

Abb. 2 (links) Tuchbindung

Abb. 3 Köper

Abb. 4 Muster (neugeordneter Köper)

Abb. 2 bis 4
Verschiedene Bindungen

einzelne Kettfaden bei jedem Schuß anders gehoben oder gesenkt werden muß, Abb. 2 bis 4.

Für die Schußeintragung sind die Verhältnisse in der Regel sehr viel einfacher; meist wird nur ein einziger Schußfaden eingetragen, wenngleich auch manchmal mehrere auf einmal oder hintereinander im gleichen Fach verwendet werden. Sollen verschiedene Farben oder Schußfadenarten abwechseln, so müssen ebenso viele verschiedene Schußspulen durch Schützen eingetragen werden. Wenn dies in regelmäßiger Folge geschehen soll, so sind aus baulichen Gründen sehr schnell Grenzen gezogen, weil man nur eine gewisse Anzahl von Webeschützen auf einer Webemaschine unterbringen kann, Abb. 5. Man erzielt infolgedessen besonders verwickelte farbige oder fadenreiche Muster durch einen entsprechenden Aufbau der Kette (z. B. Teppichweberei).

Für die Bewegungen der Kettfäden zur Fachbildung werden bei den verschiedenen Webmaschinenkonstruktionen in der Hauptsache grundsätzlich nur zwei Wege angewendet. In einem Falle werden die einzelnen Kettfäden je auf eine Spule aufgewickelt und diese Spulen gegeneinander hin- und herbewegt, Abb. 6. Da dies Verfahren jedoch bei einer größeren Anzahl von Kettfäden unmöglich wird, und die Kettfäden meist zu zahlreich sind, so wird es nur in ganz seltenen Fällen z. B. zur Herstellung von Gasglühstrümpfen angewandt. Der andre Weg ist der, daß man jeden Kettfaden durch irgendein Häkchen oder eine Öse faßt und quer zu ihrer Länge nach den Seiten wegspannt. Meist werden dazu sogenannte „Litzen“ benutzt, die aus einem kleinen Metallringchen, das an Schnüren befestigt ist, oder ganz aus Draht bestehen, Abb. 7. Diese Litzen werden einzeln oder in Gruppen auf einmal bewegt. Hat man eine einmal eingestellte, in Gruppen oder Reihen geordnete Bewegung, so spricht man vom Schaftwebstuhl, Abb. 8; wird jedoch jede Litze einzeln bewegt, so handelt es sich um das Jacquard-Verfahren, Abb. 9. Da beim Schaftwebstuhl jede Fadengruppe mit einem Schaft zusammenhängt, so läßt sich die Bildung von Mustern nur durch eine entsprechende Anzahl von Schäften erreichen, wodurch die Grenzen von selbst gezogen werden. Man baut Webstühle mit bis zu 46 Schäften, was ungefähr die praktisch zulässige Grenze darstellt.

Die Schäfte oder die einzelnen Litzen müssen sich beim Jacquard-Verfahren genau nach vorgeschriebenem Gesetz bewegen, damit die gewünschte Gewebe-„Bindung“ erzielt wird. Infolgedessen ist eine fortlaufende Steuerung nötig. Diese Steuerung wird durch Tritte, Exzenterscheiben oder eine sogenannte „Karte“ bewirkt und mit den verschiedenartigst aufgebauten Mechanismen auf die Litzen übertragen. Für die „Karten“ gibt es ebenfalls viele Ausführungsarten; es kommen kettenartige Gebilde mit Rollen, Abb. 10 und 11, und Stiften, besonders aber Pappkarten, Abb. 12, auch Papierbänder mit Löchern, Abb. 5, zur Anwendung. Für Jacquard-Webstühle insbesondre wurde die Steuerung auch noch auf andern Wegen versucht.

Die Weberschiffchen oder „Schützen“ weisen nur geringere grundsätzliche Unterschiede auf. Meist bestehen sie aus einem Holzkörper, der irgendwie bekleidet ist, und tragen im Innern eine Fadenspule, von der der Schußfaden abgezogen wird, Abb. 13. Je nach der Menge Fäden, die der Schützen tragen soll, ist seine Größe verschieden. Da jedoch für die Schützengröße, Abb. 14, bauliche Grenzen gezogen sind, so laufen die entsprechend großen Fadenspulen häufig ab und müssen ersetzt werden, was zu Unterbrechungen des Webens führt. Es wurde infolgedessen schon seit langem versucht, diesen Übelstand zu beseitigen. Dabei wurden verschiedene Wege eingeschlagen.

Da das Weben auf einem mechanischen Webstuhl wegen der Fadenbrüche, besonders aber des jeweils nach wenigen Minuten erforderlichen Schußspulenwechsels usw. ständig überwacht werden muß, war das Ziel der Konstrukteure seit langem, den Webstuhl möglichst selbsttätig arbeiten zu lassen. Vor allem mußten Vorrichtungen geschaffen werden, die das Auswechseln der Schußspulen selbsttätig zu bewirken hatten, sowie Sicherheitseinrichtungen getroffen werden im Fall eines Fadenbruches.

In beiden Fällen wurden Lösungen gefunden.

Die Mechanisierung des Webstuhles

Das erste, was mit der Mechanisierung des Webstuhles dringend erforderlich wurde, war ein Schußfadenwächter[1]). Wenn die Spule leergelaufen oder der Schuß-

Abb. 5
Webstuhl mit 14 Schützenkästen und Papierstreifensteuerung (Hartmann)

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 324

Abb. 6
Fachbildung durch Litzen
gung einzelner Kettspulen
ks Kettspule *w* Warenbaum

Abb. 7
Fachbildung durch Litzen
k Kettbaum *w* Warenbaum

Abb. 9
Grundsätzliche Anordnung der
Jacquard-Steuerung

Abb. 8 Schaft mit Litzen

Abb. 10
Schaftsteuerung
durch Rollenkarte
(Knowless)

den gerissen war, so mußte dies sofort auf irgendeine 'eise angezeigt werden. Der richtigste und deutlichste 'eg ist dabei, den Webstuhl selbständig stillzusetzen, was nehin geschehen muß. Man hat infolgedessen verschiene Ausführungen von Schußfadenwächtern, die alle mit ilfe von Hebeln eine aus den bewegten Massen entnomene Kraft auf den Anlaufmechanismus übertragen, die i fehlendem Schußfaden den Stuhl stillsetzt. Die Einchtung ist meist eine feine Nadel oder Gabel, die zwischen n Kettfäden oder neben der Kette nach jeder Schußntragung abtastet, ob ein Schußfaden vorhanden ist, oder ber im Falle des Fehlens des Schußfadens durchfällt und bei die Abstellvorrichtung in Gang setzt, Abb. 15.

Bei den verhältnismäßig seltener vorkommenden Kettdenbrüchen hat sich eine selbsttätige Überwachung weni-r dringlich erwiesen. Solange jede Webemaschine durch nen Weber bedient wurde, konnte die selbsttätige Überachung überhaupt vollständig erspart werden, da ein Kettdenbruch, der nur kurze Zeit unbeobachtet bleibt, weniger hadet und nur einen kleinen Fehler im Gewebe hinterßt, und weil außerdem die Kettdenbrüche überhaupt leichter zu eobachten sind. Erst später hat an in einzelnen Fällen „Kettächter" eingeführt, die beim Bruch nes Kettfadens ein Abstellen des uhles bewirken. Die Kettfadenwäch-r bestehen in der Regel aus kleinen eiterchen, die über jedem Kettfaden ingen, im Falle des Bruches durchllen und dabei die Abstellvorrichtung Bewegung setzen.

Da nunmehr eine genaue Überachung des mechanischen Webuhls verhältnismäßig leicht mögh war, so konnte man die Wünsche ach selbsttätigem Auswechseln der hußspulen leichter erfüllen. Der We-r, dessen Tätigkeit großenteils darin steht ,auf den Augenblick, wo der hußfaden abläuft, zu warten, sollte itlastet werden und mehrere Webaschinen gleichzeitig bedienen könn. Es wurden infolgedessen viele ersuche gemacht, die Schützen mit gelaufenen Schußspulen von selbst is dem Webstuhl herauswerfen zu ssen und durch neue zu ersetzen. So istreich und teilweise auch vollkommen diese Konstruktionen durchdacht wurden, so konnten sie sich doch im allgemeinen nicht einführen.

Ein andrer Weg jedoch hat größere Bedeutung gewonnen. Es werden hierbei lediglich die Schußspulen ausgewechselt, der Schützen bleibt jedoch im Stuhl. Um dies erreichen zu können, müssen die Schußspulen auf besondere Hülsen gespult werden, die mit einem einfachen Druck maschinell im Webeschützen befestigt werden können („Northrop-Spulen"). Gleichzeitig muß der Schützen entsprechend beschaffen sein, um die Spulen fest und sicher aufnehmen zu können, Abb. 16.

Die Schußspulen werden in diesem Fall seitlich vom Fach in genauer Anordnung am Webstuhl befestigt. Eine Tastvorrichtung fühlt bei jeder Schußeintragung die Schußspule ab, ob noch genug Garn vorhanden ist. In dem Augenblick, wo der Schußfaden abgelaufen ist, wird während des kurzen Wechsels, d. h. während der Zeit, in der das Fach gebildet wird, die alte Schußspule aus dem Schützen herausgestoßen und durch eine neue ersetzt, während das Weben ohne Unterbrechung weitergehen kann.

Abb. 11
Schaftwebstuhl mit Rollenkarte (Hartmann)

Man hat also einen völlig selbsttätig arbeitenden Webstuhl vor sich, der fast keine Bedienung erfordert. Hier hat sich nun auch das Bedürfnis nach Kettenfadenwächtern besonders fühlbar gemacht, weshalb in der Regel selbsttätig arbeitende Webstühle mit solchen versehen sind. Diese Webstühle haben seitdem eine ziemlich große, wenn auch immerhin begrenzte Bedeutung erlangt. Allgemein für alle Arten von Fäden sind sie jedoch noch nicht eingeführt worden, da sich gezeigt hat, daß der selbsttätige Webstuhl nur bei festen und ganz gleichmäßigen Garnen befriedigend arbeitet.

Die Webstuhlkonstruktionen sind hiermit zu einer gewissen Entwicklungsgrenze gelangt. Man hat versucht, die Leistung des einzelnen Webstuhls durch verschiedene Mittel erheblich zu steigern, was aber nur in bescheidenem Rahmen möglich war. Allgemein hat sich gezeigt, daß, wenn auch verschiedene konstruktive Verbesserungen möglich waren, doch der selbsttätige Webstuhl mit den oben geschilderten Einrichtungen vorläufig den Abschluß seiner Entwicklung darstellt.

Abb. 15
Schußwächtergabel

Die Webemaschine

Die Entwicklung der Webstühle zur vollkommen selb- tätigen Webemaschine oder auch zu einer erhebl- leistungsfähigeren Maschine als der bisherigen mußte folgedessen andre Wege gehen, die jedoch im ganzen n kaum zu einem praktisch verwendbaren Ergebnis gela sind. Der eine Weg war, schnellere Schützenbewegu dadurch schnellere Schußeintragung und höhere Leist bei Verwendung der bekann Schützen, zu erzielen.

Um den mit dem Schützen bewegenden Maschinenteilen, Schützenschläger usw., die erford liche Geschwindigkeit ohne Schwie keiten erteilen zu können, muß da gesorgt werden, daß die Beschle gungen und Verzögerungen klein b ben; denn von ihnen hängt die nutzung der Maschinenteile usw. Der Gedanke liegt infolgedessen na diese Teile für den regelmäßigen L der Webemaschine überhaupt aus schalten. Man versuchte, dem Schüt nicht eine hin- und hergehende, s dern eine kreisende Bewegung geben, die er ununterbrochen, mit s gleicher Geschwindigkeit, behalten sol Das führte zu den verschiedenen B arten der Rundwebstühle. Hier w den seit mehreren Jahrzehnten fast unterbrochen Versuche gemacht und deutende Erfindungen geschaffen. D konnten sich Rundwebstühle bis he nicht einführen. Eine Lösung, grundsätzlichen Mängel, nämlich hohe Kettfadenbeanspruchung und verschiedenen Unzuverlässigkeiten

Abb. 12
Schaftwebstuhl mit Pappkartensteuerung (Hartmann)

Abb. 13
Webschützen für Seidenweberei (Göhler) mit kleiner Fadenspule

Abb. 14
Webschützen für die sogenannte Schlauchkopsweberei, die die größte Zahl von Schußfäden im Schützen unterbringt (Göhler)

Abb. 16
Webschützen mit Klemmvorrichtung für Northrop-Spulen (Göhler)

[b]eseitigen, wurde bisher noch nicht gefunden. Es ist in[f]olgedessen dieser in gewisser Hinsicht ideale Weg noch [n]icht über die Stufe des Versuches hinausgekommen.

Der andre Weg, die Leistung der Webemaschine zu [e]rhöhen, war der: Der Schußfaden sollte nicht von einer [v]om Schützen getragenen Schußfadenspule ablaufen, son[d]ern auf einer großen Spule aufgespult sein, die seitlich [a]m Webstuhl befestigt wird. Der Schützen oder der [M]echanismus zum Eintragen des Schußfadens sollte dann [n]ur diesen ergreifen und in das gebildete Fach eintragen. [D]iese Art der Schußeintragung hat zweifellos ganz er[h]ebliche grundsätzliche Vorteile. Doch ist auch sie lange [ü]ber den Versuchzustand nicht hinausgekommen. Erst [i]n allerjüngster Zeit scheint bei einer neuen Webe[m]aschine[2]) dieser alte Weg mit Erfolg (Gablersche Webe[m]aschine) wieder beschritten zu werden. Wie weit jedoch [d]iese Konstruktion die bisher bestehenden Schwierig[k]eiten überwunden hat und ob eine allgemeine Einfüh[r]ung möglich ist, läßt sich noch nicht sicher voraussagen.

Auch die Konstruktionsgedanken bei der Bildung des [F]aches durch Bewegung der Litzen können wieder in [G]ruppen eingeteilt werden. Die große Gruppe der Schaft[b]ewegung weist im ganzen nur unwesentliche grundsätz[l]iche Unterschiede auf, die in der Art der Steuerung und [d]eren Übertragung auf die Webelitzen bestehen. Hier [d]ürfte das Ende der Entwicklung heute der Wolfrum-Web[s]tuhl sein, Abb. 17, S. 973, bei dem die Schäfte durch ver[h]ältnismäßig kleine Pappkarten gesteuert und durch einen [s]eitlichen, unmittelbaren Antrieb gehoben und gesenkt wer[d]en, so daß der Webstuhl einen übersichtlichen und ein[f]achen Eindruck erweckt. Da jedoch die ganze Steuerungs[f]rage bei den Schaftwebstühlen als recht gut gelöst be[t]rachtet werden kann und wirtschaftlich geringere Be[d]eutung hat, so hat man sich hier mit Änderungen und [m]it den Entwicklungsmöglichkeiten weniger befaßt. Anders [l]iegen die Verhältnisse bei den Jacquardmaschinen.

Hier ist wegen der Vielseitigkeit der Muster, die ge[w]ebt werden müssen, also der Anzahl der verschieden zu [b]ildenden Webfächer, eine größere Anzahl von Konstruk[t]ionen der Steuerungsteile (wie Pappkarten usw.) zu [f]inden. Dabei handelt es sich immer nur um das gesetz[m]äßige Anheben der richtigen Webelitzen, das rein mecha[n]isch auch gut gelöst ist, Abb. 18 S. 973 und Abb. 9. Le[d]iglich der Steuerungsanstoß, die Karte, spielt hier eine [R]olle. Da man zu jedem Schußfaden eine einzelne Karte [b]raucht, so müssen bei verwickelten Mustern mit vielen [T]ausenden von verschieden einzutragenden Schüssen ebenso [v]iele einzelne Karten hergestellt werden. Dies ist eine sehr [m]ühsame und kostspielige Arbeit, die man infolgedessen [s]chon seit langem zu vereinfachen suchte. Von der Um[ä]nderung der einzelnen großen Pappkarten zu einem ver[h]ältnismäßig kleinen zusammenhängenden Papierband, [A]bb. 5 und 18, das aber ebenso wie früher Löcher enthält, [i]st an sich kein weiter Weg.

Bemerkenswerter sind die Konstruktionen, die die Her[s]tellung der gelochten Karten als steuernde Teile vermeiden [u]nd andre Wege einschlagen. Hier sind mehrere Verfah[r]en bekanntgeworden, die aber bisher nicht allgemein in [d]ie Praxis eingeführt werden konnten. Das eine Ziel war, [d]as sogenannte „Patronieren", d. h. die Herstellung der [K]arten durch mechanische Übertragung eines Musters [z]u verbilligen. Hierzu wurden Metallplatten, Papierbänder usw. benutzt. Trotz der großen Erwartungen, die teilweise darauf gesetzt wurden, konnten sich alle derartigen Erfindungen bisher nicht einführen, woran vor allem die oft unzuverlässige Arbeitsweise schuld war.

Neuerdings kommen meist elektrisch arbeitende Erfindungen, die die Litzen unmittelbar steuern sollen, wieder in die Öffentlichkeit. Zwei Verfahren sind davon beachtenswerter:

Das eine besteht darin, daß auf den Streifen der Steuerung Punkte mit einer Farbe oder Flüssigkeit aufgetragen werden, die den elektrischen Strom leiten. Durch entsprechende Abtaster ist es dann möglich, durch diese stromleitenden Punkte mit Hilfe elektrischer Übertragung die entsprechenden Litzen auszuheben. Da die Punkte maschinell aufgezeichnet werden können, so bleibt jedenfalls ein gewisser Fortschritt zu verzeichnen. Über die Sicherheit der Konstruktion ist jedoch noch wenig bekannt.

Der andre Weg ist das in letzter Zeit viel genannte Verfahren von Deiner. Das infolge seiner außerordentlichen Feinheit und Empfindlichkeit für den praktischen Betrieb unsicher erscheinende Verfahren vermag bei den Fachleuten noch keinen Anklang zu finden. Es wird hierbei das gesamte Muster, das früher in Pappe durch Löcher festgelegt war, auf eine Wachswalze übertragen, die nur ganz feine Einkerbungen (wie bei der früheren Edisonschen Grammophonwalze) erhalten soll. Diese Einkerbungen wiederum sollen die Steuerung des Webstuhls bewirken. Wenn auch der grundsätzliche Fortschritt, der in der Herstellung der Wachswalze und der Übertragung des Musters auf die Wachswalze liegen soll, in keiner Weise zu bestreiten ist, so kann man sich doch nicht verhehlen, daß das neue Verfahren in praktischen Betrieben wegen seiner der Feinmechanik entnommenen äußerst genauen Arbeit doch mit recht vielen Schwierigkeiten zu kämpfen haben wird.

Wir stehen also am Ende einer gewissen Entwicklung der Webemaschine, die im wesentlichen aber schon vor mehreren Jahrzehnten ihren Abschluß gefunden hat. Die Arbeit des mechanischen Webstuhles scheint nun durch ganz neue Verfahren der Stoffherstellung abgelöst werden zu müssen. [B 2435]

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 325.

Dauerversuche mit Schweißverbindungen

Die amerikanische Behörde für Heeresluftfahrt (army air service) hat Dauerversuche mit Schweißverbindungen ausgeführt. Die meisten Proben waren ½- und 1zöllige Rohre mit einer Stoß-Schweißverbindung in der Mitte der Versuchslänge; die Längen betrugen rd. 90 bis 350 mm. Die Versuche wurden auf einer umlaufenden Maschine ausgeführt. Die Verbindungen stellte man mittels Gasschweißung, gewöhnlicher Lichtbogenschweißung und solcher mit atomarem Wasserstoff her. Diese drei Verfahren lieferten gleichartige Ergebnisse. Für die Lichtbogenschweißung wurden verschiedene Elektrodenstäbe benutzt. Die Dauerfestigkeit der Schweißverbindungen war in allen Fällen viel niedriger als die statische Zerreißfestigkeit. Das Verhältnis Dauerfestigkeit : Zugfestigkeit schwankte zwischen 0,13 und 0,35; eine Probe mit einem Stahlgußrohr ergab 0,41. Verschiedene länger dauernde Versuche sind noch im Gange. Aus Proben, die nach dem Bruch untersucht wurden, ließ sich schließen, daß mangelhafte Verschmelzung den größten Einfluß auf die Dauerfestigkeit hat. Durch statische Zerreißversuche ließ sich die mangelhafte Verschweißung offenbar nicht deutlich nachweisen. („Engineering News-Record" 16. Juni 1927 S. 975). [N 613 g] Pa.

Einiges über Sperrholz [1]

Von Direktor L. M. Cohn-Wegner, Civil-Ingenieur B. D. C-I., Berlin

Was ist Sperrholz? — Art des Aufbaues — Festigkeitswerte — Veredlung des Holzes — Festigkeitszahlen für Lignostone — Festigkeitswerte der Leimbindung und ihre Beurteilung — Prüfverfahren — Scherfestigkeiten in der Trocken- und Naß-Zerreißprüfung

Deutsches Schrifttum über Sperrholz ist im eigentlichen Sinn erst seit etwa zwei Jahren in einzelnen verstreut erschienenen Aufsätzen und Vorträgen im Entstehen. An dem Dunkel, das nicht zu seinem Vorteil dadurch so lange über dem Werkstoff Sperrholz schwebte, ist nicht zuletzt die Geheimnistuerei schuld, die jahrelang manche seiner Hersteller getrieben haben, die jedoch nur dadurch möglich war, daß die exakte Forschung noch nicht eingesetzt hatte.

Angaben, durch die wir heute gewohnt sind, andre Werkstoffe, auch solche organischer Natur, so zu kennzeichnen, daß der Konstrukteur Zahlen erhält, mit denen er zu rechnen in der Lage ist, können auch heute noch nicht für Sperrholz gegeben werden. Holz als gewachsener, organischer Baustoff ist so grundverschieden, sogar in zwei Stämmen, die aus derselben Wurzel kommen, daß selbst bei gleichmäßigster Verarbeitung mit den heute üblichen Verfahren nicht dasselbe Ergebnis in annehmbaren Grenzen erzielt werden kann. Erst in den allerletzten Wochen ist der Weg für eine planmäßige Zusammenarbeit zwischen dem Forstchemiker und dem Technologen gefunden worden, als Vorbedingung für den Versuch, die durch die Natur bedingten Ungleichmäßigkeiten des Ausgangstoffes auszugleichen. Und zwar so weit, daß man zu einer wenigstens begrenzten Gleichmäßigkeit des Enderzeugnisses kommen kann, die die technische Verwertung in größerem Maßstab ermöglicht. Daß ein solcher Versuch die besten Aussichten auf Erfolg hat, beweisen die weiter unten angegebenen Zahlen für das chemisch und physikalisch veredelte Holzerzeugnis, Lignostone. Bei dieser Lage der Dinge können in der vorliegenden Arbeit nur die Anläufe gezeigt werden, die an verschiedenen Stellen gemacht worden sind, um der Schwierigkeit beizukommen und um Mittel zu finden, die die Beurteilung des Enderzeugnisses ermöglichen.

Was ist Sperrholz?

Die Ungewissheit beginnt schon im Gebrauch des Wortes Sperrholz. Es ist eine irrtümliche Annahme, daß alles, was aus Holz kreuz und quer verleimt ist, nun auch Sperrholz ist. Vielmehr verdient vieles, was im Handel als Sperrholz angeboten wird, streng genommen, diesen Namen nicht.

Um den Begriff Sperrholz verständlich zu machen, ist es notwendig, in groben Umrissen die fabrikationsmäßigen Herstellungsarten des Sperrholzes von heute wenigstens kurz zu skizzieren.

Von den geringen Dicken, die im Flugzeugbau zur Anwendung kommen, von etwa 0,3 mm bis zu 40 mm wird Sperrholz fabrikationsmäßig hergestellt. Man unterscheidet sogenannte „schwache Platten" von den geringsten Dicken bis zu etwa 10 mm, ferner „starke Platten" von 10 mm hinauf bis 40 mm. „Schwache Platten" werden aus Furnieren aufgebaut, das sind sehr dünne Blätter aus Holz. Diese werden heute kaum noch durch Furniersägen, sondern vornehmlich mit Hilfe von Messermaschinen und vorwiegend mit Schälmaschinen erzeugt.

Auf Messermaschinen wird der durch Dämpfen oder Kochen vorbereitete, entrindete und roh zugeschnittene Stamm gegen ein unter einem bestimmten Winkel zur Bewegungsrichtung stehendes Messer bewegt und dadurch in etwa 0,1 bis 10 mm dicke Furniere geschnitten. Solche Furniere zeigen die natürliche Maserung des Holzes.

Bei Schälmaschinen wird das Furnier von dem sich um seine Längsachse drehenden Stamm in ähnlicher Weise abgeschält wie der Span auf der Drehbank, nur daß hier Spanbreite = Stammlänge ist. Während ein gemessertes Furnier im allgemeinen flach liegt, hat selbstverständlich ein geschältes Furnier, dessen Innenseite stets kürzer ist als die Außenseite, das Bestreben, sich in die ursprü liche Lage am Stamm entsprechend zurückzuwölben. W also ein solches Furnier gezwungen, flach zu liegen, werden entsprechende Spannungen in ihm erzeugt, zum kleinen Teil durch sich bildende kleine Risse auf kurzen Seite ausgelöst werden.

Es ist bekannt, daß Holz das Bestreben hat — zwar hauptsächlich quer zu seiner Faserrichtung — Änderungen von Feuchtigkeit und Temperatur zu quel oder zu schwinden, d. h. sich bei zunehmender Feucht keit z. B. auszudehnen und bei abnehmender Feuchtigk zusammenzuziehen. Bei den zur Breite und Länge Furniere verhältnismäßig geringen Stärken kann man der vorliegenden Betrachtung die Einwirkungen auf die Stärke meist unberücksichtigt lassen. Das Formänderun bestreben wirkt sich hauptsächlich quer zur Faserri tung, mithin in der Richtung der geringsten Festigk aus.

Unter Sperrholz versteht man nun eine Verb dung einzelner Holzelemente durch Verleimung in Art, daß sie sich gegenseitig daran hindern, die Bewegu gen auszuführen, die sie unter der Einwirkung von Feu tigkeit- oder Temperaturänderung, die auf die ganze V bindung wirkt, als einzelne Elemente ausführen würd d. h. die Elemente sperren gegenseitig die Auslösung d Spannungen ab, die durch das Bestreben, zu quellen od zu schrumpfen, auftreten.

Abb. 1 Dünne Sperrpla

Arten des Aufbaues

Wie diese Aufgabe gelöst ist, zeigt für die dünne Plat in einfachster Form Abb. 1. Die Furniere sind im ric tigen Dickenverhältnis so miteinander verleimt, daß d Faserrichtung der beiden Außenfurniere möglichst sen recht steht zu der des Mittelsfurniers. Weicht man wesen lich vom rechten Winkel ab, so zeigt sich, daß die Ve bindung nicht mehr der oben angeführten Erklärung g nügt. Der Fachmann sagt dann: „die Sperrplatte ste nicht"; besser wäre es, zu sagen: „das ist keine Sper platte". Dasselbe trifft zu, wenn das Verhältnis der Stärk und Festigkeiten der verleimten Furniere nicht richtig i d. h. nicht so gewählt ist, daß die auftretenden Spannung sich aufheben. Handelt es sich um ein Messerfurnier v geeigneten Stämmen, oder ist zum mindesten das Mitte furnier ein flachliegendes Messerfurnier, so wird b richtiger Lage der Außenfurniere (bei Schälfurnieren bei Innenseiten der Mittellage zugewendet) auch eine gera Platte erzielbar sein. Verwendet man nur Schälfurnier so muß entweder die Mittellage aus zwei Furnieren m gleicher Faserrichtung hergestellt sein, die die in ihne infolge der Schälung (siehe oben) herrschenden Spa nungen gegeneinander aufheben, oder die dünne Sper platte wird nicht gerade sein.

Meist werden trotz allem aus wirtschaftlichen Gründe Sperrplatten nur aus Schälfurnieren in überragender Meng mit ungleichen Furnierzahlen in 3- bis 7fache Verleimung aufgebaut, so daß sich je ein Paar Außenfu niere mit gleicher Faserrichtung um ein stärkeres Mitte furnier anordnen, wobei die Faserrichtungen der unmitte bar miteinander verleimten Furniere sich möglichst rech winklig kreuzen.

Als allgemein bekannt darf vorausgesetzt werde welche große Wichtigkeit dem Trocknen des Holzes vo seiner Verwendung zukommt. Diese Frage spielt hier ein

[1] Eingegangen am 12. Dezember 1926.

Abb. 2
Block zur Herstellung von Mittellagen für dicke Sperrplatten nach Kümmel

besonders große Rolle. Bekannt ist ferner, daß man in den ersten Anfängen der Sperrholzindustrie ungetrocknete Furniere verleimte und das hieraus hergestellte Sperrholz nachher trocknete. Da diese Verleimung unter sehr hohen Drücken (bis zu 24 kg/cm²) vor sich ging und eine Warmverleimung war, konnten während der Verleimung die Furniere, durch die die Wärme von den Heizplatten der Pressen zum Leim dringen mußte, infolge des hohen, auf ihnen lastenden Druckes nicht schrumpfen. In solchen Platten entstehen Spannungen; diese lösen sich in zahlreichen Oberflächenrissen aus, die die Platten für höhere Verwendungszwecke unbrauchbar machen.

Die Naßverleimung ist daher zum größten Teil verlassen worden, sie wird nur noch für untergeordnete Verpackungszwecke verwendet. Im allgemeinen nehmen alle Werke, mit Ausnahme einiger osteuropäischer, das Trocknen der Furniere vor der Verleimung vor. Beim Verleimen wird bei den heute üblichen Verfahren jedoch wieder ein Teil der Trockenwirkung dadurch aufgehoben, daß die meisten Leime sehr hohe Feuchtigkeitsgehalte haben. Das Holz nimmt diese Feuchtigkeit gierig auf. Wird nun nicht dafür gesorgt, daß die Leimfeuchtigkeit nach Möglichkeit wieder entfernt wird, so kann eine sehr wesentliche Beeinträchtigung in der Güte des Enderzeugnisses eintreten.

So sieht man, daß man auch bei dünnen Platten, wenn sie auf kaltem Wege verleimt sind, wie es vorzugsweise in Amerika üblich ist, nachtrocknen muß. Bei den in Deutschland gebräuchlichen geheizten Pressen wird ein Teil der Leimfeuchtigkeit durch die Einwirkung der Hitze beseitigt, bei mehrfacher Verleimung zwingt jedoch der Einfluß der Feuchtigkeit dazu, wenn man nicht sehr üble Nebenerscheinungen hervorrufen will, zunächst dreifach zu verleimen, sodann erst das vierte und fünfte Furnier im gesonderten Arbeitsgang aufzubringen und so fort, bis man die Dicke erreicht hat, die man zu haben wünscht. Wird anders gearbeitet (das geschieht leider immer noch), so darf man sich nicht darüber wundern, wenn kein ausgeglichenes Sperrholz erzielt wird[2]).

Nicht zuletzt haben diese Schwierigkeiten auch dazu geführt, für den Aufbau dicker Platten andre Wege zu gehen, die R. Kümmel angegeben und zuerst beschritten hat. Bekannt ist, daß der Holzstamm in seinem Querschnitt keinen gleichmäßigen Aufbau zeigt. Wie aus dem typischen Bild der Jahresringe z. B. hervorgeht, ist der Abstand der festeren Schichten voneinander durch den ganzen Querschnitt verschieden. Da dieser Abstand, ganz roh gesprochen, in gewissem Sinne die Höhe der bei Feuchtigkeitsänderung entstehenden Bestreben zur Ausdehnung und zur Zusammenziehung, also beim festgehaltenen Holz zum Auftreten von Spannungen beeinflußt, so ist man ja bereits in der Schaffung des Furniers dazu übergegangen, das Grundholz möglichst weit zu unterteilen. Kümmel hat erkannt, daß auch ein Aufbau dicker Platten zu gutem Sperrholz möglich ist dadurch, daß man, wie von altersher handwerksmäßig geübt, dicke Mittellagen verwendet, jedoch in der Unterteilung dieser dicken Mittellagen so weit wie möglich geht.

Er leimte, Abb. 2, geschnittene Dickten zu einem Block zusammen und trennte diesen Block (Abb. 2 gestrichelt) wieder auf. Damit erhielt er eine Mittellage, bei der eine weitgehende Unterteilung der Holzelemente auf wirtschaftliche Weise geschaffen war. Diese Mittellage wird dann auf beiden Seiten mit Furnieren bedeckt, und so entsteht

[2]) Sehr bemerkenswerte Veröffentlichungen über den Einfluß der Leimfeuchtigkeit und ihre Auswirkung finden sich in der Zeitschrift Veneers, Indianapolis U. S. A. Bd. 20 (1926) S. 19. Eine ausführliche deutsche Besprechung dieser Arbeit ist erschienen in der „Wirtschaftlichen Technik", Berlin, Bd. 7/14 (1926) S. 135.

Abb. 3
Dicke Sperrplatte, sogenannte Kümmelplatte

Abb. 4
Stäbchenplatte

die Kümmelplatte, Abb. 3, die heute bereits in Dicken von 10 bis 40 mm fabrikationsmäßig hergestellt wird. Abb. 4 zeigt denselben Aufbau, bei dem in der Unterteilung der Mittellagen noch weitergegangen ist. Hier sind statt gesägter Dickten zunächst Furniere zu einem Block zusammengeleimt und dann in derselben Weise aufgetrennt worden. Diese Platte hat den Namen Stäbchenplatte erhalten. Die Mittelfurniere sind meist 5 mm dick.

Natürlich muß bei dieser Fertigung, in der die Verleimung zum Block auf kaltem Wege geschieht, durch geeignete Maßnahmen die Leimnässe unschädlich gemacht werden; doch das sind Einzelheiten, auf die einzugehen hier zu weit führen würde. Werden die einzelnen Elemente der Mittellage mit ihrer Faserrichtung in der richtigen Weise angeordnet, d. h. so, daß nicht etwa aufrecht stehende und liegende Ringe in einer Platte nebeneinanderliegen, so wird man auch hier vor allen Dingen, wenn der Trocknung in allen Arbeitsgängen genügend Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, ein Sperrholz erhalten, das der oben angegebenen Erklärung genügt. Ich lege Wert darauf, zu betonen, daß diese Verfahren deutsche Verfahren sind. Obschon sie in Deutschland bereits jahrelang geübt werden, sind sie jetzt erst in Amerika in der Fachliteratur als Neuigkeit behandelt worden.

Im Gegensatz zu den dünnen Platten wird man bei den dicken Platten nicht nur stehende Sperrplatten, sondern auch gerade Sperrplatten ohne Schwierigkeit erzeugen können. Platten diesen Aufbaues werden fabrikationsmäßig heute schon in Abmessungen bis zu 1,60 m Breite bei 4,60 m Länge laufend hergestellt. Vielfach werden beide Ausführungen auch unter dem Namen Tischlerplatte geführt.

Festigkeitswerte

Es ist bekannt, daß die Festigkeit von Holz, je nachdem man es in der Faserrichtung oder quer zur Faserrichtung verleimt, verschiedene Werte ergibt, daß z. B. die Zugfestigkeit, quer zur Faserrichtung gemessen, nur einen geringen Bruchteil derjenigen in der Faserrichtung beträgt. Betrachtet man eine dünne Platte, die nach Art von Abb. 1 hergestellt ist, so ist es ohne weiteres verständlich, daß es bei einer genügenden Bindung des Leimes durchaus leicht möglich ist, durch richtige Bemessung der Furnierdicken eine Platte zu erzeugen, die in der Faserrichtung der Außenfurniere wie auch quer dazu, also in beiden Richtungen die gleiche Festigkeit aufweist.

Es ist weiter leicht verständlich, daß auch hinsichtlich der Biege-, Druck- und Knickbeanspruchungen durch die gegenseitige Abstützung der Fasern in beiden Richtungen gleiche Werte erhältlich sein werden. Da bei den starken Platten die Fasern der Außenfurniere senkrecht zu den Fasern der Mittellagen liegen, wird es erklärlich sein, daß man auch bei diesen Platten von z. B. 20 mm bei geeignetem Verhältnis der Stärke der Außenfurniere zu der der Mittellagen und vor allen Dingen bei der Verwendung eines guten Leimes auch bei diesen hinsichtlich der Festigkeit keine großen Unterschiede gefunden hat, gleichgültig, ob man die Zugfestigkeit in der Faserrichtung der starken Mittellagen oder in der Faserrichtung der schwächeren Außenfurniere geprüft hat. Diese Versuche sind noch nicht soweit geführt worden, daß man sich hierüber ein endgültiges Urteil erlauben könnte. Jedenfalls kann man jedoch heute schon folgern, daß bei einer baulichen Verwendung des Sperrholzes ganz wesentliche Querschnittverminderungen gegenüber Vollholz zulässig sind. Weiter unten soll noch gezeigt werden, daß die leichte Gestaltung von Sperrholz

zu Querschnitten mit großen Widerstandsmomenten diesen Unterschied noch wesentlich zugunsten des Sperrholzes verschieben läßt.

Die heute in den Anstalten für Werkstoffuntersuchung üblichen Maschinen und Verfahren sind nicht ohne weiteres für Sperrholz verwendbar. An dieser Stelle braucht hierauf wohl nicht noch näher eingegangen zu werden, es genügt vielleicht der Hinweis, daß z. B. die sonst für Eisen- und Stahluntersuchungen üblichen Normen auf Weichmetalle nicht anwendbar sind, und vor allen Dingen ist wohl heute der Grundsatz als anerkannt zu betrachten, daß das Untersuchungsverfahren auch dem wirklichen Verwendungszweck des Werkstoffes anzupassen ist und daß es verfehlt wäre, nur weil man gewohnt ist, mit bestimmten Begriffen zu arbeiten, nun zu versuchen, auch andersgeartete Werkstoffe in das übliche Schema zu zwängen.

Die Arbeiten zur Schaffung von Untersuchungsverfahren und Kennzahlen für Sperrholz sind erst vor kurzem begonnen worden, und zwar an der Technischen Hochschule zu Berlin in der Abteilung für Technologie des Holzes. Es wäre verfrüht, hierüber irgend etwas mitteilen zu wollen, um so mehr, als gegenwärtig, wie oben bereits erwähnt, gerade der Anfang dazu gemacht worden ist, durch die Mitarbeit des Forstchemikers die Unregelmäßigkeiten auszuschalten, die bisher die Schaffung eines einwandfreien Untersuchungsmaterials behindert haben. Es soll damit nicht gesagt werden, daß Sperrholz über die Möbelindustrie und den Schiffbau hinaus (z. B. für Kabinenzwischenwände) noch keine weitergehende bauliche Verbreitung gefunden hätte, und daß Werke, die Sperrholz zu Bauzwecken verwandt haben, nicht auch für ihre Sonderfälle versucht haben, Unterlagen für eine rechnerisch richtige Auswertung der Konstruktion zu schaffen.

Im Gegenteil werde ich zeigen, daß man bereits vor dem Krieg und während des Krieges Sperrholz für recht verwickelte Konstruktionen mit Erfolg verwendet hat, jedoch hat man hierbei immer wieder, um sicher zu gehen, auf den praktischen Versuch an fertigen Konstruktionsteilen zurückgreifen müssen, um die Unsicherheiten auszugleichen, die durch die Unmöglichkeit einer einigermaßen zuverlässigen konstruktiven Berechnung entstanden sind. So z. B. hat im Schütte-Lanz-Luftschiff das Sperrholz in sehr großem Maßstabe zur Erbauung von Trägern Verwendung gefunden, die die Hauptbestandteile des ganzen Gerippes des Schütte-Lanz-Schiffes dargestellt haben[3]). Es hat sich gezeigt, daß Sperrholz für Träger und tragende Platten sehr gut geeignet war, nicht jedoch für Diagonalen, für die Stahldraht oder auch Duralumin oder Stahlbänder benutzt wurden. In der Versuchsanstalt der Schütte-Lanz-Werke sind sehr eingehende Versuche gemacht worden, aus denen ich noch weiter unten Zahlen nennen werde. Die gewonnenen Zahlen wurden jedoch immer nur als Annäherungswerte betrachtet, und jede einzelne Trägerart wurde, wie erwähnt, durch Aufbringung der im Gebrauch zu erwartenden Belastung praktisch auf ihre richtige Bemessung an Stichproben geprüft. Daß es hierbei bei Sperrholz leichter ist, gefährdete Querschnitte zu verstärken als z. B. bei Metallausführungen, sei nebenher erwähnt.

Aus den Untersuchungen, die in den Werkstätten der Schütte-Lanz-Werke gemacht worden sind, sind einzelne Werte auch für die Allgemeinheit von Belang; sie sollen hier erwähnt werden. Vor allen Dingen sind wertvoll die Vergleichzahlen der Beanspruchungen von Vollholz und Sperrholz gleichen Gewichts. Sie zeigen den hohen wirtschaftlichen Wert des Sperrholzes, der sich in der Ersparnis des immer seltener werdenden Rohstoffes Holz ausdrückt. Sperrholz läßt sich unschwer entweder während der Verleimung, bei Verwendung genügend wasserfester Leime auch nach der Verleimung, zu flachen Platten in Formen bringen, und zwar nach der Verleimung dadurch, daß das Holz in warmem Wasser oder Dampf erweicht, gebogen und in der gebogenen Form so lange festgehalten wird, bis es wieder getrocknet ist. Es lassen sich Winkel, U-Profile herstellen, deren Schenkel sich, wenn gewünscht, durch Aufleimen von Furnieren oder Sperrholzauflagen verstärken lassen. Es können auch T-Profile aus Sperr- und Doppelholz leicht aufgebaut werden. Gentzcke gibt in der angezogenen Arbeit für eine ganze Anzahl von Profilen Vergleichzahlen, z. B. hinsichtlich der Knicklasten mit Vollhölzern derselben Holzart und desselben Gewichtes, aus denen ich einige Zahlen hier wiedergeben will, um die Möglichkeiten zu zeigen, die Sperrholz in dieser Beziehung bietet.

Für z. B. 80 cm Länge des Knickstabes ergibt sich bei einem quadratischen Vollholzquerschnitt von $13{,}1 \times 13{,}1$ mm², d. h. 1,7 cm² Fläche, verglichen mit einem Sperrholzwinkel von 30 mm Schenkellänge bei 3 mm Dicke (d. h. 1,8 cm² Fläche) und vorausgesetzter Knickrichtung senkrecht zu einem Schenkel das Verhältnis der Knicklasten zu 50 kg gegenüber 220 kg. Ein quadratischer Vollquerschnitt, $27{,}1 \times 27{,}1$ mm², also 7,35 cm², verglichen mit einem U-Träger gleichen Querschnittes mit 100 mm Steghöhe, 35 mm Schenkellänge und 3 mm Dicke, dessen Schenkel beiderseitig durch 5 mm Sperrholz verstärkt sind, ergibt die Knicklasten zu etwa 750 kg für Vollholz und 1350 kg für das Sperrholzprofil. Hierbei steht die vorausgesetzte Knickrichtung auf dem liegenden U-Träger senkrecht zum Steg.

Die Versuche bei Schütte-Lanz mit den dort gefertigten Sperrholzträgern haben ergeben, daß die Elastizitätsgrenze nicht ausgeprägt und schwer bestimmbar ist. Die Streck- und Quetschgrenze ist bei Sperrholz kaum feststellbar, weil sie mit der Bruchgrenze fast zusammenfällt. Man fand, daß Träger aus Sperrholz beim Untersuchen ohne vorherige Anzeichen des Bruches plötzlich zusammenfielen. In der Ermüdung konnte man zwischen Stahl, Duralumin und Sperrholz keine nennenswerten Unterschiede bei Beanspruchungen von 10 bis 15 vH unter der Elastizitätsgrenze bzw. mit 0,6 der Bruchfestigkeit beobachten. Es muß hier jedoch erwähnt werden, daß es sich bei allen diesen Untersuchungen nicht um Sperrholz in gewöhnlichem Sinne handelte, sondern um Sperrholz, dessen Furniere bereits vor der Verleimung einem gewissen Veredelungsvorgang unterworfen wurden, sie waren geharzt und lackiert. Auf den Einfluß dieses Veredlungsvorganges komme ich auch noch zu sprechen.

Die Festigkeit des Sperrholzes, gleichgültig, wie es verleimt und wie es aufgebaut wird, hängt selbstverständlich ab von der Festigkeit der einzelnen Holzelemente, der Festigkeit des Leimes und seiner Bindung. Der Einfluß, den der Feuchtigkeitsgehalt auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes hat, ist bekannt. Man findet in jedem guten Taschenbuch neben Festigkeitszahlen auch Angaben, bei welchem Feuchtigkeitsgehalt diese erzielt worden sind. Diese Zahlen beziehen sich jedoch meist auf luftgetrocknetes Holz. Kommt man zu künstlich getrocknetem Holz, wo stets der Trocknung eine Dämpfung voraufgegangen ist, so kann man unter Umständen schon wesentlich verschiedene Zahlen erhalten.

In der Sperrholzherstellung wird nun, wie eingangs kurz erwähnt, das Holz durch einen Koch- oder Dämpfvorgang vorbereitet, und zwar wird nicht nur gedämpft, um gewisse Bestandteile dem Holze zu entziehen und um die Trocknung zu erleichtern, sondern auch um das Messern und Schälen überhaupt erst wirtschaftlich zu ermöglichen. Daß die Festigkeit der Furniere wesentlich von der Art der Vorbehandlung durch Dämpfen oder Kochen beeinflußt wird, ist bekannt. Zahlen, die einwandfrei diese Verhältnisse klarlegen, sind meines Wissens nicht vorhanden. Ich habe erst vor kurzem in einem Vortrag im Reichsforst-Wirtschaftsrat die Anregungen geben müssen, in dieser Beziehung endlich wissenschaftliche Forschung einsetzen zu lassen. Man weiß, daß das Holz durch wiederholtes Kochen außerordentlich in seinen Festigkeitseigenschaften geschädigt werden kann, ebenso durch Anwendung zu hoher Dämpftemperaturen. Man ist bisher z. T. in dieser Beziehung auf Werte angewiesen, die als Geheimnisse von den einzelnen Betriebsleitern gehütet werden.

[3]) Vergl. die Arbeit von Dipl.-Ing. Gentzcke, Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Bd. 15 (1924) S. 77, der auch die weiteren Zahlen entnommen sind, die für Teile dieses Luftschiffes hier gegeben werden.

Natürlich kann man durch Verbindung von Furnieren s verschiedenen Holzarten Sperrholz der verschie- nsten Eigenschaften erzielen, jedoch muß immer dabei achtet werden, daß bei Anwendung verschiedener Holz- ten in der Bemessung der Dicken der Gleichgewicht- stand erhalten bleibt, der das Sperrholz als solches nnzeichnet. Man verwendet allgemein z. B. für die ken Mittellagen der starken Platten Weichholz, während an als Außenfurnier Harthölzer benutzen kann. Man nn auch schwache Platten aus verschiedenen Holzarten fbauen, z. B. solche mit weicher Mittellage und Außen- gen mit verhältnismäßig hohen Oberflächenhärten. Man nn also durch Anwendung verschiedener Hölzer auch e Festigkeitseigenschaften und die Bearbeitungsfähig- iten z. B. beim Biegen, Drücken und Ziehen ent- rechend beeinflussen. Man kann sogar noch weiter olzarten zum Sperrholzaufbau verwenden, die als Voll- lz für ähnliche Zwecke überhaupt nicht in Frage kom- en können. So werden z. B. in überwiegendem Maße r Zeit in Europa das afrikanische Gaboon oder auch kumé mit Erfolg zu Sperrplatten verarbeitet, die wegen rer geringen Festigkeitseigenschaften als Vollholz gar cht in Frage kommen. Nebenbei sei hier darauf hin- wiesen, welche wichtige Aufgabe hierdurch das Sperr- lz löst in der Frage der Verwertung minderwertiger ölzer für höhere Zwecke, eine Frage, die um so dring- cher wird, je mehr die Holzknappheit auf der ganzen elt fortschreitet.

Veredlung des Holzes vor der Verleimung

Man hat nicht ohne Erfolg versucht, das Holz vor iner Verarbeitung, wie bereits erwähnt, einer Ver- llung zu unterwerfen, um durch diese einen Teil der ngleichmäßigkeiten auszuschalten, die dem Holz als lchem innewohnen und die durch die Vorbehandlung i der Verarbeitung zum Furnier in den Werkstoff ge- agen werden können. Beim Schütte-Lanz-Luftschiff hat an durch Harzen mit Paraffin und Räuchern mit Form- dehyd und Lackieren nicht nur eine Verbesserung be- glich der geringeren Wasseraufnahme des Holzes, son- rn auch eine Steigerung der Festigkeit erzielt, Abb. 5 nd 6.

Mannigfache Versuche sind gemacht worden, das für perrholz verarbeitete Holz zu tränken. Diese Versuche haben nur dann zufriedenstellende Ergebnisse gezeigt, wenn man entweder bei der darauf folgenden Verleimung oder vorher das Holz unter starken Druck gesetzt hat.

Abb. 5
Einfluß der Feuchtigkeit auf die Festigkeit von schwachen Sperrplatten in unveredeltem und veredeltem Zustande

Auf Grund jahrelanger Versuche auf diesem Wege ist es gelungen, ein Verfahren auszuarbeiten, das die Festigkeitseigenschaften des Holzes außerordentlich steigert und vor allen Dingen die unverwüstliche Lebenskraft des Holzes erhält, die sich in dem Quellen und Schrumpfen unter dem Einfluß von Feuchtigkeitsänderung äußert — auch wenn es noch so oft von zahlreichen Patentinhabern totgesagt wird —, es jedoch in Grenzen eindämmt, die eine verhältnismäßig große Gleichmäßigkeit der Furniere erwarten läßt. Dieses so behandelte Holz ist unter dem Namen Lignostone bekanntgeworden. Es wird vorzugsweise aus deutscher Buche gefertigt durch eine Tränkung unter einer bestimmten Temperatur und gleichmäßiger, allseitiger Zusammenpressung des Holzes senkrecht zu seiner Wuchsrichtung. Die Zusammenpressung ist so stark, daß bei verschiedenen Arten das spezifische Gewicht auf etwa das Doppelte seines ursprünglichen Wertes steigt.

In Zahlentafel 1 habe ich einige Festigkeitszahlen angegeben, die zeigen, was man mit einer derartigen Vorbehandlung des Holzes erreichen kann. Man sieht, daß Werte erzielt werden, die weit über denen der wertvollsten ausländischen Harthölzer, wie Pockholz und Teakholz, liegen. Die Bearbeitung dieses Lignostones erfordert freilich etwas andre Werkzeuge als diejenigen, die man bei unbehandeltem Holz zu gebrauchen gewohnt

Zahlentafel 1
Einfluß der Veredlung auf das Holz
Mechanische Eigenschaften verschiedener Hölzer und von Lignostone
(Versuche unter 10 vH Feuchtigkeit, berechnet auf die Trockensubstanz)

Holzart	Spez. Gewicht	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Biegeproben					Schlagbiegeprobe	σ_B axial	Härte			Spaltfestigkeit	
		σ_B	σ_E	$\frac{\sigma_E}{\sigma_B}$	E	fm			nach Janka	nach Ago	nach Brinell	radial	tangential
otbuche	0,67	1300	610	0,47	134,0	0,29	2,8	610	—	—	—	45	26
irke	0,69	1180	400	0,34	129,5	0,24	3,0	570	660	30	—	43	32
rle	0,54	950	400	0,42	97,4	0,45	2,1	420	550	25	—	27	18
ockholz	1,21	2090	1380	0,61	160,0	0,20	4,6	1080	2400	104	—	55	47
eakholz	0,68	1090	660	0,61	124,2	0,26	1,7	530	570	26	—	31	18
ignostone	1,35	2610	1260	0,48	242,8	0,15	7,1	—	—	150	27	106	92

Diese Zahlen sind den Berichten der Untersuchungsstelle der N. V. Maatschappij „Ago" in Ter-Apel entnommen.
Es bedeutet:

Spalte 1 σ_B Bruchspannung in kg/cm²,
„ 2 σ_E Last an der Elastizitätsgrenze in kg/cm²,
„ 3 $\frac{\sigma_E}{\sigma_B}$ Wert der Biegsamkeit,
„ 4 E Elastizitätsmodul in kg/cm²,
„ 5 f_m Biegungspfeil berechnet auf 100 kg. Wert für Biegbarkeit in cm,
„ 6 Dynamische Arbeit bei der Schlagbiegeprobe in mkg beim Bruch eines Stabes von 4 cm² Querschnitt und 24 cm Länge,
„ 7 σ_B Bruchspannung bei Druckbelastung in kg/cm²,
„ 8, 9, 10 Härte senkrecht zur Faserrichtung. Das Verfahren nach Brinell und auch das von Janka versagen hier bei den weicheren Hölzern. Die Maatschappij „Ago" hat in Anlehnung an Janka ein eigenes Verfahren ausgebildet, bei dem statt einer Halbkugel ein Stahlzylinder von 2 mm Dmr. und 1 mm Höhe verwendet wird. Die Härtezahl nach Brinell verhält sich zu der nach „Ago" wie 1:5,5 bis hinauf zu Brinellhärten von 100. Das Verhältnis von Janka zu Ago beträgt 1:22,
„ 11, 12 Spaltfestigkeit. Kraft in kg, die notwendig ist, um 4 cm² zu trennen (Verfahren Nördlinger).

ist, es hat auch für die Untersuchung, wie dies z. B. die der Härtebestimmung zeigt, die Konstruktion eigener Geräte bedingt.

Die Tatsache, daß man im allgemeinen bei Lignostone Kennzahlen feststellen kann, die man von Metallen her gewohnt ist, und zwar, wie ich feststellen konnte, mit großer Sicherheit und Gleichmäßigkeit, zeigt zunächst die außerordentliche Veränderung, die das Holz durchgemacht hat. Es kann hieraus aber nicht etwa ein Gegensatz zu dem herausgelesen werden, was ich für gewöhnliches Sperrholz vorher ausgeführt habe. Wie erwähnt, arbeitet jedoch auch dieses Lignostone noch, weil es eben Holz ist, d. h. es quillt und schrumpft, wenn auch außerordentlich viel langsamer als unbehandeltes Holz. In Abb. 6 ist zum Vergleich mit geharzt und lackiertem Holz auch die Schaulinie von Lignostone dargestellt.

Man sieht also, daß man durch Veredlung einen großen Teil der Ungleichmäßigkeiten ausschalten kann, die der Werkstoff Holz in die Verbindung Sperrholz bringt. Ich habe mich davon überzeugen können, daß man bei Lignostone bei einer richtigen Nachprüfung, trotz der Verschiedenheiten des Ausgangsstoffes, sehr leicht außerordentlich gleichmäßige Endergebnisse erzielen kann, ohne daß das Holz als solches zerstört wird. Natürlich kann man mit geeigneten Werkzeugen Lignostone auch messern, Furniere daraus herstellen und hieraus ein Sperrholz aufbauen, das zumindest die Festigkeitseigenschaften zeigt, die in Zahlentafel 1 angegeben sind. Die Frage ist jedoch, ob sich dies wirtschaftlich ermöglichen läßt, was zur Zeit untersucht wird.

Festigkeit der Leimbindungen

Das Bindemittel, der Leim, ist eines der trübsten Kapitel, das vielleicht mit der Rolle des Härtepulvers in den verflossenen Jahrzehnten verglichen werden kann. Für industrielle Zwecke kommt Leder- oder Knochenleim nicht in Frage. Es müssen Leime verwendet werden, die wenigstens als einigermaßen feuchtigkeitsbeständig angesehen werden können. Aus diesem Grunde scheidet auch der in Amerika übliche Stärkeleim aus. Es bleiben lediglich die Leime übrig, die auf Kasein und Albumin aufgebaut sind, oder sogenannte Harzleime.

Der Flugzeugindustrie ist es zu verdanken, wenn sich gewisse Normen ausgebildet haben, mit denen man versucht, die Wertigkeit der einzelnen Verleimungen miteinander zu vergleichen. Wie früher die Feile beim Härten so häufig zur falschen Beurteilung der zweckmäßigsten Härte gedient hat, so dient heute noch das große Taschenmesser des Leimmeisters, mit dem er zwischen die verleimten Furniere eindringt und sie voneinanderreißt, dazu, um irrtümliche Begriffe über die Güte einer Verleimung hervorzubringen. Diesem Irrtum soll hier zum erstenmal entgegengetreten werden.

Je nach der Zusammensetzung, der Dickflüssigkeit des Leimes und der Porosität oder Dichte sowie der Vorbereitung des Furniers dringt der Leim mehr oder minder in die Poren der Furnierfläche ein. Dringt er tief ein, so nimmt man an, daß eine recht feste Verankerung des Leimes mit dem Holz stattgefunden hat. Es tritt dann eine sogenannte Transversalverbindung ein, das, was der Leimmeister Leimen nennt. Bleibt der Leim nach seine[illegible] Abbinden elastisch, so wird sich unbedingt hierbei ei[illegible] größere Leimfestigkeit zeigen, als wenn derselbe Lei[illegible] z. B. auf einem Holz verwendet wird, das eine dicht[illegible] harte Oberfläche, in das er nicht eindringen kan[illegible] bei dem also nur eine Filmbindung (ein „Kleben") stat[illegible] finden würde. Leider zeigt es sich nun, daß diejenige[illegible] Leime, die für industrielle Leimungen jetzt meist benut[illegible] werden, vornehmlich das Kasein, nach dem Abbinden sprö[illegible] werden; man merkt das leicht, wenn man mit Kasein ve[illegible] leimte Platten trocken biegt. Hierbei reißen die kleine[illegible] Zäpfchen, die in das Holz gedrungen sind, von der Lei[illegible] haut los, es verbleibt eine schlechtere Leimbindung, als wen[illegible] der Leim überhaupt nicht eingedrungen wäre, weil an de[illegible] Bruchstellen der vom Leim ausgehenden Zäpfchen kei[illegible] Verbindung mehr mit dem Holz vorhanden ist und di[illegible] Gesamtheit der kleinen Bruchflächen einen nicht unbeträch[illegible] lichen Teil der noch verbleibenden Berührungsfläche[illegible] zwischen Leim und Holz darstellt. Nun zeigt sich, da[illegible] bei denjenigen Leimen, die nach dem Verleimen elastisc[illegible] bleiben, wie z. B. bei Yavan, eine Transversalbindun[illegible] nur in sehr geringem Maß eintritt, was wohl darauf zu[illegible] rückzuführen ist, daß, während Kasein z. B. bei Auftrage[illegible] einen Gehalt von etwa 70 bis 80 vH Wasser hat, Yava[illegible] nur etwa 10 vH zu enthalten braucht.

Abb. 6

Wasseraufnahme von Sperrholz, unbehandelt und veredelt sowie von Lignostone

I unbehandeltes, *II* geräuchertes, *III* im Kessel geharztes } Tannenholz, dreifach verleimt in Seewasser
IV Spezial-Lignostone in Süßwasser

Abb. 7

Schema des Holzbruches

a Stellen, auf denen Faserchen der darüberliegenden abgerissenen Platte haften

In Abb. 7 ist schematisch und roh dargestellt, wa[illegible] sich ereignet, wenn man die Platten eines Sperrholzes ge[illegible] waltsam voneinander löst. Es bleiben Faserchen der ab[illegible] gerissenen Platte auf der darunterliegenden haften; *a* so[illegible] derartige Stellen zeigen. Nun urteilt zur Zeit der Meiste[illegible] so, daß er die Verleimung für um so besser hält, je meh[illegible] Fläche der verbliebenen Platte von den Faserchen der ab[illegible] gerissenen bedeckt ist. Diese Fläche ist ein Maßstab de[illegible] vorhanden gewesenen Transversalbindung, sofern nich[illegible] vorher durch starkes Biegen ein Abbrechen der kleine[illegible] Leimzäpfchen eingetreten ist. Sie ist bei Leimen, die mi[illegible] Alkalien angesetzt sind, ferner ein Maßstab dafür, inwie[illegible] weit ein Angriff auf die für die Festigkeit wertvolle[illegible] Bestandteile des Holzes erfolgt ist, also eine Schwächun[illegible] des Holzes an den Stellen, an denen es mit dem Leim i[illegible] Berührung kommt[4]. Daß sie keinesfalls zur Beurteilun[illegible] der Güte der Verleimung selbst herangezogen werde[illegible] kann, werde ich sogleich an einigen Untersuchungen de[illegible] Forest Products Laboratory, bekanntlich der Forschungs[illegible] stelle der Forstabteilung des Landwirtschaftsministerium[illegible] der Vereinigten Staaten, zeigen. Vorher will ich noch kur[illegible]

---

[4]) Näheres hierüber, besonders über die chemischen Vorgänge is[illegible] zu finden in meiner Arbeit „Einiges über Sperrholzleime", „Wirtschaf[illegible] liche Technik" Bd. 7/17 (1927) S. 198.

153 mm
25,5 mm
25,5 mm
2 Lagen durchschneiden
RZ2686Z8

Abb. 8
Normalstab für die Untersuchung der Scherfestigkeit der Leimbindung an Sperrplatten nach den Normen des Forest Products Laboratory

eine Beschreibung des Leimprüfverfahrens geben, das zur Zeit in den Vereinigten Staaten und in England als Norm für die Lieferung von Flugzeugplatten anerkannt ist und das neuerdings auch allgemein vom Sperrholzhändler zur Beurteilung der Leimung herangezogen wird.

Prüfverfahren

Abb. 8 zeigt den normalen Zerreißstab. Aus einer Sperrplatte wird ein Stab von 153 mm Länge und 25,5 mm Breite herausgeschnitten. Im Abstande von 25,5 mm wird senkrecht zur Längsachse des Stabes, wie in Abb. 8 gezeigt, einmal das obere Furnier und das Mittelfurnier bis zum Unterfurnier durchschnitten, das andre Mal das Unterfurnier und das Mittelfurnier bis zum Oberfurnier, so daß also eine Leimprüffläche von 6,5 cm² (entsprechend 1 Quadratzoll englisch) verbleibt, an der die Zerreißkraft angreift. Das Sperrholz ist so hergestellt, daß die Faserrichtung der Außenfurniere parallel liegt mit der Richtung der angreifenden Kraft.

Mindestens drei derartige Stäbe sollen bei jedem Versuch zerrissen werden. Die Bruchfestigkeit (Scherfestigkeit) darf bei mindestens zweien nicht weniger betragen als 14 kg/cm² für Güte A und 10,5 kg/cm² für Güte B.

Als übliche Zerreißmaschine wird in England und Amerika die Avery-Maschine, Abb. 9, benutzt, die für 1500 kg Höchstbelastung gebaut ist. Die Einspannbacken des Probestabes sind deutlich zu sehen. Der links hängende Blecheimer hängt beim Zerreißversuch als Belastung auf der rechten Seite des Wagebalkens, dort, wo jetzt mehrere Belastungsgewichte an einem Haken hängen. Aus dem oberen Behälter fließt dauernd feines Schrot in den Blecheimer, bis der Bruch eintritt. In diesem Augenblick schnellt der Eimer etwas nach unten und schließt selbsttätig den Schrotzufluß ab. Alsdann werden Eimer und Gewichte in die Lage gebracht wie in Abb. 9. Das Gewicht des Eimers mit Schrotbelastung wird an dem Wagebalken gewogen, der mit einer Skala bis zu 100 kg in Abständen von je 5 kg geeicht ist. Die Zusatzgewichte hängen rechts an dem Haken, damit man die volle Belastung abwiegen kann. Das untere Handrad dient zur Erzeugung der Prüfspannung und wird jeweils so eingestellt, daß der Wagebalken immer in Nullstellung steht, und daß die Schrotlast der eingestellten Prüfspannung entspricht.

RZ2686Z9

Abb. 9
Sperrholz-Prüfmaschine von Avery

Die zahlreichen Versuche in dem Forest Products Laboratory haben gezeigt, daß besonders bei Albumin, Kasein wie auch bei den sonstigen Verleimungen, die Ansprüche auf eine relative Feuchtigkeitsbeständigkeit machen, die Leimfestigkeit abnimmt, wenn das Sperrholz während einer längeren Zeit einer gewissen Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Als Norm hat sich eine Untersuchung herausgebildet, die wie folgt durchgeführt wird. Die Probestücke werden in zwei gleiche Teile geschnitten; aus der ersten Hälfte werden sofort Probestäbe genommen, und zwar liegen in jeder Untersuchungsreihe fünf Probestäbe, von denen der Durchschnitt genommen wird. Diese werden dann zerrissen. Die Zerreißfestigkeit (es handelt sich hier stets um die Scherfestigkeit) wird nach der oben angegebenen Norm festgestellt; sodann wird der Anteil des Holzbruches ermittelt, d. h. es wird die Fläche gemessen, die mit haftengebliebenen Holzsplitterchen des abgerissenen Stückes versehen ist, und ins Verhältnis gesetzt zur gesamten Zerreißfläche. Einmal werden die Versuche an Probestäben vorgenommen, die ohne weitere Behandlung bei Raumtemperatur zerrissen werden. Zweitens werden die Stäbe 48 Stunden in Wasser gelegt und dann zerrissen. Die zweite Hälfte der genommenen Probestäbe wird ein Jahr lang in einem Raum aufbewahrt, in dem eine gleichmäßige Temperatur von 22 °C bei einem gleichmäßigen Feuchtigkeitsgehalt von 30 vH gehalten wird, eine ungemein harte Probe für Verleimungen. Nach

Zahlentafel 2
Aus den Prüfungen Blatt 1382 Versuch 5157–4 der Forest Products Laboratory, Wisconsin U.S.A., vom 21. Oktober 1926 (umgerechnet auf kg/cm²) Dreimal verleimte Birkenfurniere von je 1,6 mm Dicke mit Yavan nach einjährigem Verweilen bei 22 °C unter 30 vH relativer Feuchtigkeit

Reihe	Stab Nr.	Scherfestigkeit in kg/cm²	Holzbruch in vH	Scherfestigkeit in kg/cm²	Holzbruch in vH
		bei Raumtemperatur		beim Naßzerreißversuch nach 48 h Wässerung in Wasser von Raumtemperatur	
Y. B. 3	1	33,8	100	32,2	0
	2	31,7	95	27,2	100
	3	32,0	100	29,8	100
	4	26,8	100	27,8	100
	5	26,4	100	29,6	100
	Mittel	30,1	99	29	80
Y. B. 4	1	34,2	100	34,5	0
	2	34,6	5	29,2	0
	3	36,3	0	31,0	0
	4	35,7	0	34,5	0
	5	28,6	0	29,2	0
	Mittel	33,9	21	31,5	0
Y. B. 5	1	33,5	0	29,2	0
	2	30,7	20	32,8	0
	3	38,5	25	31,3	0
	4	32,8	0	30,7	0
	5	30,7	50	32,7	0
	Mittel	33	19	31	0

Zahlentafel 3

Aus den Prüfungen Blatt 1382/83, Versuch 5157—4 vom 21. Oktober 1926 und dem entsprechende Versuch vom 26. Oktober 1925 der Forest Products Laboratory Wisconsin
(umgerechnet auf kg/cm²)

Dreimal verleimte Birkenfurniere von je 1,6 mm Dicke mit Yavan; jeder Wert ist der Durchschnitt von fünf Einzelprobe

Leimsorte	Platte Nr.	Versuche an der ersten Hälfte der Proben nach Verleimung bei 130 °C				Nach Lagerung der zweiten Hälfte der verleimten Proben vom 26. Oktober 1925 bis 21. Oktober 1926 bei 30 vH relativer Feuchtigkeit und 22 °C			
		Trockenzerreißversuch bei Raumtemperatur		Naßzerreißversuch nach 48 h Lagern in Wasser von Raumtemperatur		Versuch bei Raumtemperatur		Naßzerreißversuch nach 48 h Lagern in Wasser von Raumtemperatur	
		Scherfestigkeit kg/cm²	Holzbruch vH	Scherfestigkeit kg/cm²	Holzbruch vH	Scherfestigkeit kg/cm²	Holzbruch vH	Scherfestigkeit kg/cm²	Holzbruch vH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yavan B (Holzverleimung)	1	35,7	2	28,6	67	31,7	0	27,3	30
	2	31,3	40	26,5	95	26,8	10	26,3	82
	3	33,2	19	28,6	10	30,2	99	29,2	80
	4	31,5	14	33,8	8	33,7	21	31,7	0
	5	29,5	2	24,2	41	33,2	19	31,2	0
	mittel	32	15	28,3	44	31	30	29	40
Yavan W (Holz- auch Metallverleimung)	1	32,9	86	22,6	2	30,9	86	25,7	78
	2	31,3	45	25,7	13	29,8	37	20,7	16
	3	28,8	41	23,2	99	29,7	80	21,5	41
	4	30,0	43	26,3	10	28,0	60	26,2	26
	5	31,2	0	26,3	2	24,3	0	20,2	23
	mittel	32,7	43	23,3	25	28,4	55	22,8	37

Ablauf des Jahres werden sodann die Versuche in derselben Weise wiederholt.

Wenn nun die Proben der Leimmeister für die Beurteilung der Leimfestigkeit allgemein maßgebend wären, so müßte man bei 100 vH Holzbruch die höchste Festigkeitszahl erhalten. Aus mir vorliegenden Versuchen gebe ich in Zahlentafel 2 einige Zahlen, und zwar von einem Birkensperrholz, das aus drei Furnieren von je 1,6 mm Dicke mit Yavan verleimt worden ist, also dem Leim, der hauptsächlich Filmbindung ergibt und doch die höchsten Festigkeitswerte zeigt.

Zahlentafel 2 zeigt keinen irgendwie gearteten gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Holzbruch und Leimfestigkeit. Im Gegensatz zur Leimmeisterregel ist gerade bei der geringsten Festigkeit die ganze Fläche mit anhaftenden Teilen des abgerissenen Furniers belegt (Y. B. 3 Nr. 5), während die höchste Festigkeit (Y. B. 4 Nr. 3) bei reiner Filmbindung ohne Bruch gemessen wurde.

Aus Zahlentafel 2 geht hervor, wie der genau durchgeführte wissenschaftliche Versuch wieder einmal bewiesen hat, daß eine jahrelang gebrauchte Faustregel nicht zu Recht besteht, und daß vielleicht so manches Werk bei Versuchen mit Leimen auf falsche Bahnen gelenkt worden ist, weil die exakte Forschung noch nicht die Grundlage für die richtige Beurteilung gefunden hatte.

Der Begriff der Feuchtigkeitsbeständigkeit ist natürlich nicht eindeutig. Es hat sich gezeigt, daß von den bisher meist gebräuchlichen Leimen der Kaseinleim in dieser Beziehung noch die besten Ergebnisse erzielen ließ, daß aber auch bei ihm nach längerer Feuchthaltung eine Zersetzung unter Herabminderung der Festigkeit eintritt. Diese Tatsache ist nicht, wie man irrtümlich lange Zeit angenommen hatte, auf Bakterien zurückzuführen, sondern wie das Forest Products Laboratory feststellen konnte, auf eine chemische Zersetzung des Kasein durch Einwirkung von Feuchtigkeit.

Zahlentafel 3 zeigt die Festigkeit des auch dem Kasein an Festigkeit und Feuchtigkeitsbeständigkeit überlegenen Yavans B, das für Holzverleimung benutzt wird, und des Yavans W, das für Verleimung von Sperrholz mit Metallen verwendet wird, bei dem, wie auch aus Zahlentafel 3 hervorgeht, eine Beeinträchtigung der Festigkeit durch Einwirkung von Feuchtigkeit nicht hat festgestellt werden können. Es zeigt sich, daß z. B. die Bindung mit einem derartigen Leim mehr als doppelt so stark ist, wie diejenige, welche von der Britischen Admiralität vorgeschrieben worden ist.

Vergleicht man die Mittelwerte der entsprechenden Spalten 3 und 4 mit 7 und 8, ferner 5 und 6 mit 9 und 10 so sieht man, daß auch die für Verleimungen so scharfe Probe, die Verbindung ein Jahr lang 30 vH Feuchtigkeit auszusetzen, an der Festigkeit der Verleimung nichts geändert hat. Das besagt, daß die Leimfrage gelöst ist und an ihr der Versuch, gleichmäßiges Sperrholz zu schaffen, nicht scheitern wird. Letzthin verlangen der Kraftwagenbau und auch der Eisenbahnwagenbau Verbindungen von Metallen mit Sperrholz. Auch diese Frage ist, wie Zahlentafel 3 für Yavan W zeigt, gelöst.

Ich möchte nochmals betonen, daß der knappe Raum hier natürlich nur gestattet hat, den Gegenstand schlaglichtartig zu behandeln. Wer in der Industrie die Geeignetheit von Sperrholz für den einen oder andern Zweck feststellen will, sieht aus dem Obigen, daß es falsch wäre, aus dem Handel irgendein Sperrholz für Versuche zu beziehen. Man muß sich mit gut eingerichteten Fabriken in Verbindung setzen und ihnen genau sagen, was man haben will. Nur dann können Versuche zur Ausnutzung der Eigenheiten des Sperrholzes für die Technik zum Erfolge führen. [B 2686]

Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe

Von Prof. Chr. Eberle, Darmstadt

Die üblichen Backofenbauarten — Eingehende Versuche der Hauptstelle für Wärmewirtschaft zur Feststellung des Wärmeverbrauches und der Wärmeverluste

Die Brennstoffnot der Kriegs- und Nachkriegsjahre hat die Aufmerksamkeit weitester Kreise des Gewerbes auf die Frage der bestmöglichen Brennstoffausnutzung gelenkt. War bis dahin die sparsame Verwendung des Brennstoffes nur unter dem Gesichtspunkt der Kostenverminderung geboten, so galt es jetzt mit einer zugewiesenen Kohlenmenge eine möglichst hohe Heizwirkung zu erzielen, um die Aufrechterhaltung des Betriebes im bisherigen Umfang zu ermöglichen. Die Durchführung eines Betriebes und seine Leistungsfähigkeit waren Brennstoffragen geworden, und so ist es sehr verständlich, daß sich in dieser Zeit die volle Aufmerksamkeit der Gewerbetreibenden der Brennstoffausnutzung und dem Wirkungsgrad der Brennstoffverwendung zugewendet hat.

Der unermüdlichen Belehrung, der regen Mitarbeit der Feuerungstechniker und der Gewerbetreibenden ist es in vielen Fällen auch gelungen, den Brennstoffverbrauch bedeutend herabzusetzen; ein besonderer Erfolg war es, daß es gelang, Arbeitsvorgänge, die früher nur mit bestimmten hochwertigen Brennstoffen durchgeführt werden konnten, auf minderwertige Kohlen umzustellen. Untersuchungen am Küchenherd[1]) zeigten, daß im allgemeinen kaum 10 vH der Kohlenwärme für das Kochen ausgenutzt werden, und daß durch entsprechende Bemessung der Feuerung und geeignete Bedienung die Nutzwärme verdoppelt werden kann. Die von verschiedenen Seiten durchgeführten Versuche an Schmiedöfen[2]) verschiedener Art und Größe lehrten, daß die Wärmeausnutzung bei diesem für Gewerbe und Industrie so bedeutsamen Arbeitsvorgang ganz erschreckend gering ist und sich zwischen 3 und 20 vH bewegt.

Diese auf vielen Gebieten der Brennstoffverwendung gewonnenen Erfahrungen haben die Erbauer von Feuerungseinrichtungen aller Art zu einer rührigen und erfolgreichen Verbesserungsarbeit angeregt, die sich über die Zeiten der Kohlennot hinaus fortgesetzt hat, und es ist im Sinne der wirtschaftlichen Vervollkommnung aller Vorgänge unseres Volks- und Wirtschaftslebens zu wünschen, daß diese Arbeit im Gange gehalten wird und durch weitere Untersuchungen immer neue Anregungen erhält. Diese Erwägungen veranlaßten das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit in Industrie und Handwerk auch Mittel für diesen Zweck zur Verfügung zu stellen. Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung dieser Zuwendung.

Allgemeines

Einteilung und Kennzeichnung der Backöfen

Die Entwicklung des Backofens ist im wesentlichen bestimmt durch die Entwicklung seiner Heizeinrichtung. Nach der Art der Beheizung lassen sich die verschiedenen, heute gebräuchlichen Backofenbauarten unterscheiden in unmittelbar und mittelbar beheizte Öfen. Bei den unmittelbar beheizten sogenannten „Deutschen Öfen" streichen die Heizgase durch den Backraum, werden dann in mehreren Zügen um den Herd geführt und ziehen nach dem Schornstein ab. Solange man nur Holz verheizte, brannte das Feuer unmittelbar auf dem Herd selbst ab. Mit der Einführung der Kohlenheizung wurde seitlich oder unterhalb des Herdes ein besonderer Rost eingebaut. Die weiteren Verbesserungen am Deutschen Ofen erstreckten sich auf die zweckmäßige Ausbildung von Rost und Feuerraum und den dichten Abschluß der Einschießöffnungen und des Rauchgasabzuges.

Da ein ununterbrochenes Beschicken des Deutschen Ofens wegen der Zwischenheizung nicht möglich und damit seine Leistungsfähigkeit begrenzt war, suchte man diesen Nachteil durch den Bau von mittelbar beheizten Öfen zu vermeiden.

Im „Kanal- oder Unterzugofen" trennte man Heizraum und Backraum vollständig und erwärmte den Backherd durch Feuerzüge, die unterhalb und oberhalb des Backherdes verliefen. Der Ofen konnte damit unabhängig vom Einschießen geheizt werden; er gestattete eine weit stärkere Ausnutzung seiner Backfläche.

Zu den mittelbar beheizten Öfen ist auch der „Dampfbackofen" oder „Röhrenofen" in seinen verschiedenen Bauarten zu zählen. Der Backraum wird hier durch Stahlrohre, die teilweise mit Wasser gefüllt sind und von denen ein Ende in den Feuerraum ragt, geheizt. Die Rohre sind mit Gefälle nach dem Feuerraum zu verlegt, damit das geheizte Ende stets mit Wasser gefüllt ist und der kondensierende Dampf sich in diesem Teil sammelt. Die Röhrenöfen sind durchweg mit zwei übereinanderliegenden Backherden ausgerüstet. Oft ist zur besseren Ausnutzung der Abgase noch ein dritter, von Kanälen beheizter Herd über den andern angeordnet. Die verschiedenen Bauarten der Röhrenöfen unterscheiden sich hauptsächlich in der Art ihrer Beschickung mit Backgut, der Anordnung der Herde, sowie der Anlage und den Zügen der Feuerung.

Die Backofenfeuerung und ihre Besonderheiten

Durch die besonderen Verhältnisse beim Backvorgang unterscheiden sich die Backofenfeuerungen grundsätzlich von andern industriellen Feuerungen. Die Backofenfeuerung hat die Aufgabe, den Ofen so zu erhitzen, daß während des Backens der Backraum auf einer bestimmten Temperatur gehalten wird. Dies ist nur möglich, wenn größere Massen an der Erwärmung teilnehmen, so daß die Wärme weitgehend gespeichert wird. Anderseits gilt es, den Wärmeverlust der erhitzten Steinmassen nach außen zu vermindern, also für gute Isolierung des Ofens Sorge zu tragen, wenn die mit einer starken Abkühlung verbundenen Nachteile langer Anheizzeit und erheblicher Wärmeverluste und entsprechend vermehrten Brennstoffverbrauches vermieden werden sollen. Man ging daher beim Bau der Backöfen bereits in früher Zeit vom einfachen Ziegelstein zu hartgebrannten Steinen mit geringem Wärmeleitvermögen über. Der eigentliche Wärmebedarf zum Backen ist im Verhältnis zu der zur Erwärmung des Ofens benötigten Wärmemenge gering. Das eingeschossene Backgut wird zunächst auf 100 °C erwärmt und gibt dann im Verlaufe des Backvorganges einen Teil seines Wassergehaltes ab. Durch die im Backraum erforderliche Temperatur von mindestens 240 °C wird der äußere Teil der Ware, die Rinde, auf 200 °C und mehr erhitzt, während die Krume, der innere Teil, infolge seines Wassergehaltes kaum mehr als 100 ° annimmt.

Der Wärmebedarf ist demnach kurz nach dem Einschießen am größten, um dann mit fortschreitender Gare des Brotes kleiner zu werden. Diesen Bedingungen entspricht der alte, unmittelbar geheizte Backofen am besten, da die höhere Wandtemperatur der inneren Mauerschichten des Backraumes eine erhöhte Wärmeabgabe im Beginn des Backens ermöglicht. Auch bei den mittelbar beheizten Backöfen wird diesem Umstande Rechnung getragen, indem man den Ofen vor jeder neuen Brotbeschickung stark heizt und das Feuer während des Ausbackens zurückgehen läßt. Dazu kommt, daß auch backtechnisch die etwas höhere Temperatur des Ofens beim Einbringen des Brotes gefordert wird, um rasches Anbacken und schnelle Krustenbildung zu erreichen.

[1]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 4 (1923) S. 136 ff.
[2]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 3 (1922) S. 99 ff.
[3]) Die Untersuchungen wurden von der Hauptstelle für Wärmewirtschaft durchgeführt.

Abb. 1 bis 3. Deutscher Ofen.
Herd 2,40 × 1,90 [3,00 × 2,20] m² Rost zweimal 0,28 × 0,27 [zweimal 0,3 × 0,26] m²

a Rost
b Aschenfall
c Feuertür
d Einschießöffnung (Mundloch)
e Schiebetür (Schruft) Backraum
g Rauchkanal
h Schieber
i Warmwasserkessel

Die theoretisch an das Backgut übergehende Wärmemenge ergibt sich für 1 kg Brot aus folgender Rechnung:

Wird der Ausbackverlust mit 12,75 vH des fertigen Brotes angenommen, so entspricht 1 kg Brot eine Teigmenge von $\frac{1}{1-0{,}1275} = 1{,}132$ kg. Das Brot bestehe aus 30 vH Rinde mit 18 vH Wassergehalt, die beim Verlassen des Ofens auf 200 °C erhitzt sei und 70 vH Krume mit 43 vH Wassergehalt, die eine Temperatur von 100 °C habe.

Beim Herausziehen ist an fühlbarer Wärme im Brot enthalten:

in der Rinde:

$0{,}30\ (0{,}18 \cdot 1 + 0{,}82 \cdot 0{,}3) \cdot (200 - 20) = 23{,}0$ kcal,

in der Krume:

$0{,}70\ (0{,}43 \cdot 1 + 0{,}57 \cdot 0{,}3) \cdot (100 - 20) = 33{,}6$ kcal.

Zur Verdampfung des Verlustwassers sind nötig, wenn der abziehende Dampf auf 230 ° erhitzt ist:

$0{,}132\ (701 - 20) = 90$ kcal.

Insgesamt sind demnach für 1 kg Brot aufzuwenden $23{,}0 + 33{,}6 + 90{,}0 = 146{,}6$, d. h. rd. 150 kcal, für 1 kg Teig rd. 130 kcal.

Im Schrifttum sind oft höhere Werte angegeben, indem die Verdampfwärme des beim Backen auftretenden Wrasens mitberücksichtigt wird oder Zuschläge für die Ofenauskühlung gemacht werden. Für Kleingebäck ist infolge des größeren Ausbackverlustes der Wärmebedarf höher, für schwerere Brote etwas geringer; auch sind natürlich die Art des Mehles und seine Verarbeitung auf den Wärmebedarf von Einfluß.

Einer vollkommenen Verbrennung stehen bei allen Backofenfeuerungen der unterbrochene Betrieb und die unregelmäßige Brennstoffaufgabe entgegen; denn selbst bei stark beanspruchten großen Öfen wird nur zeitweise geheizt. Das häufige Öffnen der Feuertür bei der Brennstoffaufgabe läßt kalte Luft eintreten, die den Luftüberschuß erhöht und die Verbrennungstemperatur erniedrigt. Durch die hohe Brennstoffschicht, besonders beim Anheizen des Ofens, das verhältnismäßig schnell erfolgen soll, wird bei den durchweg sehr gashaltigen Brennstoffen die Kohlenoxydbildung begünstigt. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß nur in den größten Betrieben erfahrene Heizer das Feuer bedienen; meist muß der durch Teigbereitung und Backen stark beanspruchte Bäcker nebenbei die Feuerung versehen. Diese Schwierigkeiten, die durch die Eigenart des Bäckereibetriebes gegeben sind, sind zu beachten, wenn man den folgenden Ergebnissen der Untersuchungen im praktischen Betriebe gerecht werden will.

Durchführung der Untersuchung und Auswertung der Ergebnisse

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Backöfen wurde Wert darauf gelegt, daß, soweit es die örtlichen Verhältnisse erlaubten, jede der verschiedenen Ofenbauarten vertreten war. Die Untersuchungen wurden in Darmstädter Bäckereien in der Zeit von Juli 1926 bis Mai 1927 durchgeführt und erstreckten sich nur auf Backöfen mit Kohlenheizung. Die Öfen wurden in dem Zustande, in dem sie sich gerade befanden, untersucht; Brennstoffe und Backgutmengen waren normal. Die Bedienung des Ofens und der Feuerung wurde durchweg dem Bäcker überlassen, um die Verhältnisse, unter denen tatsächlich gearbeitet wird, zu erfassen. Die gewonnenen Brennstoffverbrauchzahlen stellen daher weder Mittel- noch Grenzwerte für die betreffende Ofenart dar; sie sollen nur einen Anhalt über die im praktischen Betrieb erreichten Zahlen geben[4]). An den Versuchstagen wurden die verbackenen Teigmengen sowie die dazu erforderlichen Brennstoffmengen gewogen und zugleich von dem Brennstoff Durchschnittsproben genommen, die in der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt auf ihren Gehalt an Asche und Wasser untersucht sowie einer kalorimetrischen Heizwertbestimmung unterzogen wurden. Die anfallenden Herdrückstände wurden ebenfalls gewogen und eine Mittelprobe jeder Versuchsreihe auf ihren Gehalt an Verbrennlichem geprüft. Während der Heizzeiten wurde die Temperatur der abziehenden Rauchgase in kurzen Zeitabständen abgelesen und Proben der Rauchgase im Orsatgerät auf ihren Gehalt an CO_2 und O_2 geprüft. Außerdem wurden Zug, Raumtemperatur und Außentemperatur festgestellt. Den CO-Gehalt der Abgase ermittelte man aus dem CO_2- und O_2-Gehalt unter Berücksichtigung der Brennstoffzusammensetzung. Bei der Berechnung der in den folgenden Zahlentafeln enthaltenen Tagesmittelwerte wurden die Beobachtungen der einzelnen getrennten Heizzeiten entsprechend den jeweils verheizten Brennstoffmengen verwertet. Wurde am Sonntag oder an Werktagen abends vorgeheizt, so wurde der Brennstoffverbrauch dem folgenden Backtag zugeschrieben. Die Brennstoffbedarfzahlen sind auf Teig bezogen, weil dessen Gewicht am einfachsten vor dem Einbringen festzustellen war. Beim Vergleich mit andern im Schrifttum aufgeführten Werten sind die starken Unterschiede im Heizwerte der Brennstoffe zu beachten. Zur Umrechnung der Ergebnisse auf 100 kg Brot kann für freigeschobenes, gemischtes Brot mit 1,13 bis 1,115 kg Teigeinlage für 1 kg Fertigware, je nach dem Brotgewicht, gerechnet werden. Wegen des höheren Ausbackverlustes ist bei Kleingebäck eine Teigmenge von 1,20 bis 1,24 kg zugrunde zu legen. Will man den Brennstoffbedarf auf die verarbeitete Mehlmenge beziehen, so sind 100 kg Mehl etwa 150 kg Teig gleichzusetzen.

---

[4]) Es sei an dieser Stelle auf die Erhebungen verwiesen, die die Brennkrafttechnische Gesellschaft E. V., Berlin, 1921/22 unter Mitwirkung des Bäckerzentralverbandes „Germania" in einer Reihe von Bäckereien in Berlin, Hamburg und Frankfurt a. M. durchgeführt hat. Die Ergebnisse sind in der „Zeitschrift für Brennstoff und Wärmewirtschaft" (Mitteilungen der Brennkrafttechnischen Gesellschaft) Bd. 4 (1922) S. 67 veröffentlicht.

Ergebnisse der wärmetechnischen Untersuchungen

Der unmittelbar beheizte Backofen (Deutscher Ofen)

Die beiden untersuchten Deutschen Öfen, Abb. 1 bis 3, d nahezu von der gleichen Bauart und beide seit etwa Jahren ohne wesentliche Veränderungen ihrer Feuerung Betrieb. Die freien Maße gelten für Ofen I, die einge-ımmerten für Ofen II. Die Herdfläche beträgt bei Ofen I 0 × 1,90 = 4,56 m², bei Ofen II 3,00 × 2,20 = 6,60 m², Rostfläche zweimal 0,28 × 0,27 = 0,151 bzw. zweimal × 0,26 = 0,156 m². Wie aus der Zeichnung ersichtlich , wird der Herd durch zwei gleichausgebildete, seitliche uerungen geheizt. Die von dem Rost *a* abziehenden izgase streichen durch den Backraum *f*, ziehen durch drei Heizkanäle *g* über dem Backraum nach vorn und hen seitlich nach dem Kamin ab. Zur Regelung des ıges und der Ofentemperatur dienen die Schieber *h*. Das ckgut wird durch die Einschießöffnung *d* (Mundloch) ıgebracht, die mittels einer Schiebetür *e* (Schruft) verılossen werden kann. Der Aschenfall *b* ist bei beiden Her-ı offen, doch kann der Rost nach dem Heizen durch eine ıtte abgedeckt werden.

Zahlentafel 1 enthält die Ergebnisse der Versuche am ckofen I. Als Brennstoff wurden rheinische Braun-ılenbriketts mit 5,8 vH Aschen- und 18,4 vH Wassergehalt feuert. Der untere Heizwert wurde durch Kalorimetrie-ng zu 4507 kcal/kg bestimmt. Der Ofen wurde morgens 5 Uhr mit durchschnittlich 25 kg Brennstoff angeheizt, rze Zeit stehen gelassen und dann mit Brötchen be-ickt. Um 10 Uhr wurde wieder geheizt und anschließend ot eingeschossen. Die Temperatur des Ofens am Nach-tag reichte aus, um nach Bedarf Kleingebäck und chen zu backen. Die Teigmengen waren an den ein-nen Tagen wenig verschieden; sie betrugen 104 bis kg. Der Wärmeaufwand für 1 kg Teig war bei Ver-h 1 mit 130 kg Backgutmenge am niedrigsten, nämlich 0 kcal; er stieg mit kleinerwerdender Belastung bis 2120 kcal bei 104 kg Teig am zweiten Versuchstag. Ein Einfluß der Auskühlung des Ofens über Sonntag auf den Brennstoffverbrauch am Montag war nicht festzustellen. Die Herdrückstände, die 6 bis 8 vH des Brennstoffgewichtes ausmachten, enthielten im Mittel noch 31,9 vH Verbrennliches. Die Untersuchung der Abgase ergab mittlere CO_2-Gehalte von 9,5 bis 10,5 vH und CO-Gehalte von 0 bis 0,9 vH. Bei 250 bis 280 °C Abgastemperatur bestimmen sich damit die Verluste durch freie Wärme der Rauchgase zu 14,3 bis 18,8 vH, die Verluste durch Unverbranntes in den Abgasen zu 0 bis 4,9 vH. In den Herdrückständen gingen rd. 4 vH der Brennstoffwärme verloren. Die durchschnittliche Wärmebedarfszahl für 1 kg Teig für die ganze Woche wurde zu 1950 kcal ermittelt; dabei wich das Wochenmittel ohne Einrechnung des Montags von dieser Zahl praktisch nicht ab.

Wird mit einem theoretischen Wärmebedarf von 130 kcal für 1 kg Teig gerechnet, so ergibt sich somit ein thermischer Nutzungsgrad von 6,7 vH.

In Zahlentafel 2 sind die Ergebnisse der Untersuchung von Backofen II zusammengestellt.

Als Brennstoff dienten mitteldeutsche Braunkohlenbriketts, mit 9,9 vH Aschen- und 14,3 vH Wassergehalt, deren unterer Heizwert 4972 kcal betrug. Die Bedienung des Ofens erfolgte ähnlich wie die bei Ofen I. Zum Anheizen morgens wurden normalerweise 15 bis 16 kg, Montags jedoch 20 bis 21 kg Kohle aufgegeben. Zum zweitenmal wurde bereits um 8 Uhr geheizt. Mußte zweimal am Tage Brot gebacken werden, so wurde vor dem zweiten Einschießen nochmals geheizt. Die tägliche Teigmenge schwankte zwischen 109 und 250 kg, der Brennstoffverbrauch zwischen 42 und 75 kg. Die durchschnittliche Wärmebedarfszahl für 1 kg Teig errechnet sich hier für die Woche vom 2. August bis 7. August zu 1845 kcal, ohne Berücksichtigung des Montags zu 1790 kcal. Diese Zahlen entsprechen einem thermischen Wirkungsgrad von 7,05 bzw. 7,26 vH.

Betrachten wir nun die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen im Zusammenhang, so ergibt sich, daß wir es bei

Zahlentafel 1

Ergebnisse der Versuche an einem Deutschen Ofen

ınnstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 5,8 vH, Wassergehalt 18,4 vH, unterer Heizwert 4507 kcal kg

ısuch Nr.		1	2	3	4	5	6
ı:		Mittwoch 4. August 1926	Donnerstag 5. August	Freitag 6. August	Sonnabend 7. August	Montag 9. August	Dienstag 10. August
ßentemperatur	°C	18	16	17	14	17	20
igmenge	kg	130	104	108	128	120	117
von Brot	vH	76,9	65,6	71,0	66,5	74,8	73,8
„ Kleingebäck	„	23,1	34,4	29,0	33,5	25,2	26,2
zahl der Brotschüsse		1	1	1	1	1	1
ınnstoffmenge	kg	50,0	49,0	49,0	50,0	51,0	50,5
gl. für 100 kg Teig	„	38,4	47,1	45,3	39,7	42,5	43,2
ırmeverbrauch für 1 kg Teig	kcal	1730	2120	2045	1790	1920	1950
rdrückstände, bez. a. d. Brennstoff	vH	7,9	6,7	7,9	8,0	8,0	8,0
ervon verbrennlich	„	31,9					
gas: Mittl. CO_2-Gehalt	„	9,7	9,5	9,6	10,5	10,0	10,4
gas: „ O_2- „	„	10,5	10,3	10,5	9,1	9,7	9,1
gas: „ CO- „	„	0,0	0,5	0,0	0,6	0,6	0,9
ftüberschußzahl		1,98	1,91	1,98	1,71	1,80	1,69
ttl. Abgastemperatur	°C	273	279	281	249	251	266
ttl. Raumtemperatur	„	27	26	25	26	23	25
g	mm W.-S.	4,3	2,8	2,8	1,7	2,2	2,3

Wärmebilanz

T	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
ırlust durch Herdrückstände	204	4,5	173	3,8	204	4,5	206	4,6	207	4,6	207	4,6
ırlust durch freie Abgaswärme	801	17,8	810	18,0	845	18,8	645	14,3	686	15,2	684	15,2
ırlust durch gebundene Wärme	—	—	138	3,1	—	—	148	3,3	155	3,4	218	4,9
ıstige Verluste und Nutzwärme	3502	77,7	3386	75,1	3458	76,7	3508	77,8	3459	76,8	3398	76,3

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	115	43,2	1950
Dienstag bis Sonnabend	114	43,5	1960

Zahlentafel 2

Ergebnisse der Versuche an einem Deutschen Ofen

Brennstoff: Mitteldeutsche Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 9,9 vH, Wassergehalt 14,3 vH, unterer Heizwert 4972 kca

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tag	Freitag 30. Juli 1926	Sonnabend 31. Juli	Montag 2. August	Dienstag 3. August	Mittwoch 4. August	Donnerstag 5. August	Freitag 6. August	Sonnabend 7. August	Mont 9. Au
Außentemperatur °C	14	15	15	18	18	16	17	14	17
Teigmenge kg	198	250	109	141	176	112	126	166	194
Davon Brot vH	44,6	75,3	62,5	70,5	77,9	69,1	68,6	61,6	78,
„ Kleingebäck „	55,4	24,7	37,5	29,5	22,1	30,9	31,4	38,4	21,
Anzahl der Brotschüsse	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Brennstoffmenge kg	60,9	66,7	47,1	56,7	68,2	42,1	45,5	48,1	75,
desgl. für 100 kg Teig „	30,6	26,7	43,2	40,1	38,7	37,7	36,2	29,0	38,
Wärmeverbrauch f. 1 kg Teig kcal	1520	1325	2140	2000	1925	1875	1800	1440	1930
Herdrückstände, bez. a. d. Brennstoff vH	10,7	10,2	12,0	11,4	10,0	9,3	11,6	12,6	10,
Hiervon verbrennlich „					36,9				
Abgas: Mittl. CO_2-Gehalt „	9,0	9,6	8,2	6,9	8,2	7,8	8,0	7,7	8,
Abgas: „ O_2- „ „	9,8	9,9	10,9	12,3	11,0	11,6	11,3	11,4	10,
Abgas: „ CO- „ „	0,6	—	0,4	0,6	0,3	0,1	0,2	0,6	—
Luftüberschußzahl	1,75	1,86	2,00	2,28	2,03	2,17	2,10	2,08	2,
Mittl. Abgastemperatur °C	249	227	220	214	213	226	224	239	239
Mittl. Raumtemperatur „	20	22	20	21	20	22	19	19	20
Zug mm W.-S.	6,1	4,8	5,2	4,8	3,8	4,4	3,6	3,9	4,

Wärmebilanz

Tag	Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Mont
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal
Verlust durch Herdrückstände	320	6,4	305	6,1	359	7,2	341	6,9	299	6,0	278	5,6	347	7,0	377	7,6	314
„ „ freie Abgaswärme	739	14,9	663	13,3	703	14,1	771	15,5	763	15,3	797	16,0	759	15,2	797	16,0	767
„ „ gebundene Wärme	167	3,4	—	—	123	2,5	213	4,3	95	1,9	34	0,7	65	1,3	191	3,8	—
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3746	75,3	4004	80,6	3787	76,2	3647	73,3	3815	76,8	3863	77,7	3801	76,5	3607	72,6	3891

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	138,5	37,1	1845
Dienstag bis Sonnabend	144,1	36,1	1790

der ersten Versuchsreihe mit einem ausgesprochen kleinen Betrieb zu tun haben. Bei den geringen Schwankungen der täglichen Backgutmengen gibt der Bäcker praktisch jeweils dieselben Brennstoffgewichte auf. Die auf die Einheit bezogenen Brennstoff- und Wärmeverbrauchzahlen stellen sich sonach als Abhängige der Ofenbelastung dar. Die Ausnutzung des Ofens ist nur gering und die zum Anheizen erforderliche Brennstoffmenge im Verhältnis zur Backgutmenge so groß, daß selbst die Ofenauskühlung über Sonntag sich nicht im Brennstoffverbrauch bemerkbar macht.

Bei Ofen II liegen die Verhältnisse anders. Die täglich sich ändernde Backgutmenge bedingt ein Anpassen des Brennstoffgewichtes an die Teigmenge, was beim zweiten und dritten Heizen in Erscheinung tritt. Die Belastung des Ofens ist durchschnittlich höher als die des Ofens I. Ein Vergleich des Wärmeverbrauches für 1 kg Teig an verschiedenen Tagen zeigt seine starke Abhängigkeit von der Gesamtbackgutmenge. So beträgt die Wärmeverbrauchzahl 1875 kcal am 5. August gegenüber 1325 kcal am 31. Juli, wobei 250 bzw. 112 kg Teig verbacken wurden. Deutlich war beim Backofen II auch der Einfluß der Auskühlung des Ofens über Sonntag zu erkennen. Der Wärmeverbrauch betrug bei gleicher Backgutmenge am Freitag, dem 30. Juli, nur 1520 kcal gegenüber 1930 kcal am Montag, dem 9. August. Auffallend ist das stetige Sinken der Wärmeverbrauchzahl von Montag bis Samstag trotz des störenden Einflusses der Ofenbelastung. Die großen Stein- und Sandmassen des alten Deutschen Ofens stellen einen sehr wirksamen Wärmespeicher dar, der im Verlauf der Woche sich langsam auflädt und einem Wärmegleichgewicht zustrebt. Diese Massen bewirken einerseits eine sehr gleichmäßige Temperatur im Backraum, begünstigen jedoch anderseits eine erhöhte Wärmeabgabe des Ofens in den Ruhezeiten wegen der großen darin aufgespeicherten Wärmemengen. Je größer die Betriebspausen sind, um so stärker macht sich auch der ungünstige Einfluß der großen Massen bemerkbar. Es daher vorteilhaft, das Mauerwerk nur so stark zu mach wie es die gleichzuhaltende Backtemperatur verlangt, Isolierwirkung hauptsächlich jedoch durch hochwerti Baustoff zu schaffen, der bei gleichem Wärmeschutz geringere Massen erfordert.

Der hohe Gehalt an Verbrennlichem in den Herdrü ständen bei beiden Öfen ist auf die Besonderheit der mittelbaren Feuerung zurückzuführen. Das Feuer w vollständig vom Rost entfernt, wenn es stark herunter brannt ist, wobei unverbrannte Kohle gleichzeitig mit fernt wird. Da bei den Deutschen Öfen Backraum u Züge in unmittelbarer Verbindung stehen, so muß dichten Abschluß der Einschießöffnung und besonders Rauchgasabzüge geachtet werden. Die vom Schornst angesaugte Luft streicht unmittelbar durch den Backra und kühlt ihn dadurch aus. Um die Größe der Ausk lung des Backraumes festzustellen, baute man an ein Versuchstag nach Beendigung des Backens in eine F des Herdes von Ofen II ein Thermoelement ein. Die T peratur der Meßstelle betrug um 18 Uhr 45 Min. 193 und am nächsten Morgen um 5 Uhr, kurz vor dem heizen, 184 °C. In der folgenden Nacht wurde einer drei Rauchgasschieber etwa 1 cm weit geöffnet; Wandtemperatur an der Meßstelle war am nächs Morgen von 195 °C auf 178 °C gesunken, d. h. fast doppelt soviel wie am Vortag. Um einen sicheren schluß der Züge zu erreichen, werden oft Doppelschie eingebaut, oder man verschließt jeden der Züge du eine besondere Verschlußklappe.

Der Unterzugbackofen

Die Versuche an den mittelbar beheizten Backö wurden mit der Untersuchung des in Abb. 4 bis 6 d gestellten älteren Kanalofens begonnen. Die beiden He haben zweimal $2,15 \times 2,00 = 8,6$ m² Backfläche $0,75 \times 0,40 = 0,30$ m² Rostfläche. Die Feuerung ist s

Querschnitt A-B Ansicht Längsschnitt C-D

3800 3050 4150

Abb. 4 bis 6. Älterer Kanalofen
Herd zweimal 2,15 × 2,00 m² Rost 0,75 × 94 m²

a) Kanäle unterhalb und *b)* seitlich des Herdes — *c)* Kanäle zwischen *d)* den Herden — *e)* Kanäle für den *f)* Oberherd — *g* Fuchs

… angebracht und die Feuergase streichen in einer Reihe … Heizkanälen um die beiden Herde. Gleich hinter … Rost verteilen sich die Rauchgase in zwei sym…risch angeordnete Zugreihen, um erst im Fuchs wieder …ammenzutreffen. Zur Veranschaulichung des Ver…'es der Züge ist die linke Reihe mit fortschreitenden …hstaben versehen. Die Kanäle *a* und *b* ziehen unter… und seitlich des Herdes vor und zurück, die Kanäle …d *d* verlaufen zwischen den beiden Herden, die Kanäle …d *f* heizen den Oberherd von oben und münden dann …en Fuchs *g*.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind aus Zahlen…l 3 zu entnehmen. Der Ofen wurde mit rheinischen …unkohlenbriketts geheizt, die 5,4 vH Aschengehalt und … vH Wassergehalt hatten; der untere Heizwert betrug …kcal/kg. Zum Anheizen am Morgen wurden 45 bis …g Brennstoff aufgegeben, die für das Backen der Brötchen und eines Teiles des Brotes ausreichten. Nach abermaligem Heizen um 11 Uhr vormittags wurde das übrige Brot eingeschossen. Die Backgutmengen hielten sich zwischen 219 und 260 kg, die notwendigen Brennstoffmengen zwischen 90 und 135 kg. Damit ergeben sich für 1 kg Teig Wärmeverbrauchzahlen von 1740 bis 2980 kcal.

Da bei diesem Ofen eine besondere Vorheizung am Sonntag nötig war, um die zu starke Auskühlung in der Betriebspause zu vermeiden, ist die Wärmeverbrauchzahl am Montag sehr hoch. Im Wochenmittel ergaben sich 42,1 kg Brennstoffverbrauch auf 100 kg Teig, entsprechend einem Wärmeverbrauch von 2020 kcal für 1 kg Teig. Wird das Wochenmittel ohne Berücksichtigung des Montags gebildet, so ergeben sich 38,6 kg Kohle bzw. 1860 kcal/kg. Daraus bestimmt sich die Wärmeausnutzung zu 6,4 bzw. 7,0 vH. Die abziehenden Heizgase enthielten im Mittel 5,2 bis 6,0 vH CO_2 und 0,4 bis 0,8 vH CO und hatten eine

Zahlentafel 3 [4a])

Ergebnisse der Versuche an einem Kanalofen. I. Versuchsreihe

…nnstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 5,4 vH, Wassergehalt 14,9 vH, unterer Heizwert 4810 kcal/kg

…uch Nr.	1	2	3	4	5	6
…	Mittwoch 1. Septemb. 1926	Donnerstag 2. September	Freitag 3. September	Sonnabend 4. September	Montag 27. September	Dienstag 28. September
…entemperatur °C	21	21	21	21	11	10
…gmenge kg	247	260	237	275	219	219
…on Brot vH	59,6	57,6	58,3	50,6	62,6	62,6
„ Kleingebäck „	40,4	42,4	41,7	49,4	37,4	37,4
…ahl der Brotschüsse	2	2	2	2	2	2
…nnstoffmenge kg	98	94	94	102	135	90
…gl. für 100 kg Teig „	39,8	36,1	39,6	37,1	61,8	42,2
…rmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1920	1740	1910	1790	2980	2030
…drückstände, bez. a. d. Brennstoff vH	6,3	5,5	6,0	6,5	—	—
…rvon verbrennlich „	17,8					
…as: Mittl. CO_2-Gehalt „	5,2	5,8	6,0	6,0	—	—
…as: „ O_2-Gehalt „	15,1	14,4	14,0	13,9	—	—
…as: „ CO-Gehalt „	0,4	0,5	0,7	0,8	—	—
…tüberschußzahl	3,41	3,05	2,84	2,78	—	—
…l. Abgastemperatur °C	220	230	227	228	—	—
…l. Raumtemperatur „	20	20	20	20	—	—
… mm W.-S.	4,4	4,1	4,2	4,2	—	—

Wärmebilanz

…	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend			
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH		
…lust durch Herdrückstände	90	1,9	79	1,6	86	1,8	93	1,9		
…lust durch freie Abgaswärme	1228	25,5	1149	23,9	1072	22,3	1057	22,0		
…lust durch gebundene Wärme	214	4,5	237	4,9	313	6,5	357	7,4		
…stige Verluste und Nutzwärme	3278	68,1	3345	69,6	3339	69,4	3303	68,7		

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	243	42,1	2020
Dienstag bis Sonnabend	247	38,6	1860

[4a]) s. a. Zahlentafel 1.

Zahlentafel 4

Ergebnisse der Versuche an einem Kanal-Ofen. (2. Versuchsreihe)

Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 4,7 vH, Wassergehalt 16,3 vH, unterer Heizwert 4726 kca[l/kg]

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Tag	Mittwoch 5. Jan. 1927	Donnerstag 6. Januar	Freitag 7. Januar	Sonnabend 8. Januar	Montag 10. Januar	Dienstag 11. Januar	Mittwoch 12. Januar	Donne[rstag] 13. Jan[uar]
Außentemperatur °C	1	3	5	3	8	7	6	5
Teigmenge kg	260	280	278	319	279	265	287	266
Davon Brot vH	63,5	59,7	60,3	59,4	64,0	62,3	64,2	58,
„ Kleingebäck „	36,5	40,3	39,7	40,6	36,0	37,7	35,8	41,
Anzahl der Brotschüsse	2	2	2	2	2	2	2	2
Brennstoffmenge kg	94	94	94	94	137	90	90	90
desgl. für 100 kg Teig „	36,2	33,6	33,8	29,5	49,2	33,9	31,4	33,
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1710	1590	1600	1390	2320	1600	1480	1600
Herdrückstände, bez. a. d. Brennstoff vH	5,3	5,9	4,9	5,4	4,9	5,9	5,5	5,
Hiervon verbrennlich „				5,0				
Abgas: Mittl. CO_2-Gehalt „	8,0	8,1	8,3	8,4	8,3	9,2	9,5	9,
Abgas: „ O_2- „ „	12,0	12,2	11,8	11,8	11,8	10,4	10,2	10,
Abgas: „ CO- „ „	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,8	0,8	0,
Luftüberschußzahl	2,25	2,34	2,22	2,24	2,22	1,89	1,86	1,
Mittl. Abgastemperatur °C	175	181	196	188	197	193	195	189
„ Raumtemperatur „	13	13	13	13	13	13	13	13
Zug mm W.-S.	3,5	3,3	3,5	3,3	3,9	3,4	3,7	3,

Wärmebilanz

Tag	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donner[stag]	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	[vH]
Verlust durch Herdrückstände	21	0,4	24	0,5	20	0,4	22	0,5	20	0,4	24	0,5	22	0,5	20	[illegible]
„ „ freie Abgaswärme	650	13,7	683	14,4	725	15,3	694	14,6	728	15,4	620	13,1	610	12,9	585	[illegible]
„ „ gebundene Wärme	172	3,6	72	1,5	105	2,2	70	1,5	105	2,2	220	4,7	233	4,9	230	[illegible]
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3883	82,3	3947	83,6	3876	82,1	3940	83,4	3873	82,0	3862	81,7	3861	81,7	3891	[illegible]

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	279	35,0	1653
Dienstag bis Sonnabend	279	33,2	1570

Temperatur von 220 bis 230 °C. In den Herdrückständen, die 5,5 bis 6,5 vH des Brennstoffgewichtes darstellten, war noch 17,8 vH Verbrennliches nachweisbar. Wie sich aus der Wärmebilanz ergibt, gingen 22,0 bis 25,5 vH als freie und 4,5 bis 7,4 vH als gebundene Wärme in den Abgasen verloren; der Herdverlust betrug durchschnittlich 2 vH.

Auch bei diesen Versuchen zeigte sich wieder der Einfluß der Menge des Backgutes auf die Höhe des Wärmebedarfes für 1 kg Teig, wenn sich auch die Belastung des Ofens nicht sehr stark änderte. So stehen dem Wert von 2030 kcal am 28. September bei 219 kg Teig die Werte von 1740 und 1790 kcal am 2. und 4. September bei 260 bzw. 275 kg Teig gegenüber. Zu beachten ist bei diesen Ergebnissen, daß das Kleingebäck 30 bis 40 vH der Backgutmenge betrug. Der Einfluß der Betriebspause über Sonntag auf den Brennstoffverbrauch ist verhältnismäßig groß, wie ein Vergleich von Versuch 5 und 6 zeigt.

Die hohen Abgasverluste der Versuche 1 bis 4 sind auf den schlechten Zustand der Feuerung zurückzuführen. Rost und Feuerraum waren seit Jahren nicht mehr nachgesehen worden. Das Mauerwerk des Feuerraumes war stark ausgebrannt; die Feuertür konnte nicht mehr dicht geschlossen werden, so daß ständig kalte Luft unmittelbar in den Verbrennungsraum eintrat. Während der Weihnachtstage 1926 wurden die Feuerung ausgebessert und die Ofenzüge gründlich gereinigt. Eine zweite, eingehende Untersuchung im Januar 1927 (8 Versuche) ergab eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades. Zahlentafel 4 enthält die Ergebnisse dieser Versuchsreihe. Der nach dem Umbau verheizte Brennstoff war derselbe wie bei der ersten Versuchsreihe, jedoch mit 4,7 vH Aschengehalt, 16,3 vH Wassergehalt und 4726 kcal/kg unterem Heizwert. Der Ofen wurde ebenso bedient, wie bereits oben besprochen. Die tägliche Teigmenge war gegenüber der ersten Versuchsreihe etwas gestiegen, die Brennstoffmenge jedoch fast die gleiche.

Bei Versuch 1 bis 4 betrug die Kohlenmenge jedes[ma]l 94 kg; bei Versuch 6 bis 8 wurde sie bei sorgfältiger [Be]dienung des Schiebers auf 90 kg herabgesetzt. Die Bre[nn]stoff- bzw. Wärmeverbrauchzahlen sind daher unmittel[ba]r abhängig von der Belastung und für die letzten Versu[che] etwas niedriger als für die ersten. Der Wärmeaufw[an]d für 1 kg Teig bewegt sich zwischen 1390 und 2320 kcal. [Im] Wochenmittel ergab sich eine Wärmeverbrauchzahl [vo]n 1653 kcal mit und 1570 kcal ohne Berücksichtigung [de]s Montags.

Der Wirkungsgrad der Heizung betrug somit 7,9 b[is] 8,3 vH.

Der mittlere CO_2-Gehalt der Abgase wurde zu 8,0 [bis] 8,4 vH bei Versuch 1 bis 5 und 9,2 bis 9,6 vH bei Versuc[h 6] bis 8 bestimmt. Bei 175 bis 197 ° Rauchgastempera[tur] errechnet sich der Verlust an fühlbarer Wärme der Rau[ch]gase zu 12,4 bis 15,4 vH. Durch Unverbranntes in [de]n Abgasen gingen 1,5 bis 4,9 vH verloren. Durch das la[ng]same Schließen des Rauchgasschiebers mit fortschreiten[de]r Verbrennung bei Versuch 6 bis 8 wurde wohl der Lu[ft]überschuß verringert, gleichzeitig jedoch der CO-Geh[al]t etwas erhöht, so daß die Abgasverluste etwa gleich bl[ie]ben, eine bessere Verbrennung also nicht erzielt wur[de]. Die Herdrückstände enthielten noch 5,0 vH Verbre[nn]liches und verursachten damit einen Verlust von 0,4 [bis] 0,5 vH der zugeführten Brennstoffwärme.

Nach dem Umbau machte sich der bessere Zusta[nd] der Feuerung in einer beträchtlichen Verminderung [der] Verluste bemerkbar. Mit dem höheren CO_2-Gehalt der A[b]gase sinkt die Luftüberschußzahl von 2,8 bis 3,4 bei [der] ersten Versuchsreihe auf 1,8 bis 2,3 bei der zweiten. [Da] gleichzeitig, auch infolge des besseren Wärmeübergang[s] in den gereinigten Kanalwänden, die Abgastemperatur [um] etwa 30 °C kleiner wurde, gingen die Abgasverluste dur[ch] freie Wärme von 22,0 bis 25,5 vH auf 12,4 bis 15,4 vH z[u]rück. Das Verbrennliche in den Feuerungsrückständ[en] betrug nach dem Erneuern der schadhaften Roststäbe n[ur]

Abb. 7 bis 9
Vereinigter Deutscher Ofen und Kanalofen
Unterherd 2,20 × 1,95 m² Zwei Oberherde von je 1,90 × 1,70 m² Zwei Roste von je 0,30 × 0,30 m²

ch 5,0 vH gegenüber 17,8 vH vorher. Ergaben sich zu-
st Brennstoffverbrauchzahlen von 42,1 bzw. 38,6 kg für
g Teig, so betrugen sie nachher nur 35,0 und 33,2 kg
r das Wochenmittel.
Der mittlere Wärmeverbrauch für 1 kg
eig war somit von 2025 auf 1653 kcal, also um
,3 vH zurückgegangen. Im Schrifttum findet man
; die Kanalöfen als Kohlenfresser bezeichnet; wie die
zten Versuche zeigten, lassen sich bei richtiger Bedie-
ng und Ausnutzung des Ofens und einer gut in Ordnung
haltenen Feuerung Brennstoffverbrauchzahlen erzielen,
e durchaus mit den Zahlen andrer Öfen in Wettbewerb
ten können. Auch beim Kanalofen ist, wie im übrigen
i allen in unterbrochenem Betrieb arbeitenden Feuerun-
n, auf guten Abschluß von Feuer- und Aschenfalltür
sowie Dichtheit der Feuerzüge und des Rauchgasschie-
bers besonderer Wert zu legen.

Vereinigter Deutscher Ofen und Kanalofen (Ago-Ofen)

Die nächste zu besprechende Versuchsreihe wurde an einem Backofen, Abb. 7 bis 9, vorgenommen, der in eigenartiger Weise mittelbar und unmittelbar beheizte Backräume verbindet. Vor dem Backen wird der untere Backraum, der als „Deutscher Herd" mit zwei Seitenfeuerungen ausgebildet ist, angeheizt. Die Heizgase ziehen nach dem Verlassen des Backraumes über dem Oberherd, der nur durch eine Eisenplatte abgedeckt ist, nach vorn und werden seitlich zum Kamin geführt. Der mittlere Herd sowie der Boden des oberen Herdes werden nur mittelbar durch

Zahlentafel 5
Ergebnisse der Versuche an einem vereinigten Deutschen und Kanalofen
Brennstoff: Mitteldeutsche Braunkohle; Aschengehalt 10,4 vH; Wassergehalt 16,5 vH; unterer Heizwert 4810 kcal/kg.

such Nr.	1	2	3	4	5	6	7
r	Sonnabend 28. Aug. 1926	Montag 30. August	Dienstag 31. August	Mittwoch 1. September	Donnerstag 2. September	Freitag 3. September	Sonnabend 4. September
ßentemperatur °C	14	18	20	21	21	21	21
igmenge kg	293	253	253	259	245	249	304
von Brot vH	66,0	78,0	77,5	79,1	79,9	79,6	54,0
„ Kleingebäck „	34,0	22,0	22,5	20,9	20,1	20,4	46,0
zahl der Brotschüsse	3	3	3	3	3	3	4
ennstoffmenge kg	78,1	140,6	76,0	78,4	77,5	76,0	75,0
sgl. für 100 kg Teig „	27,2	56,8	30,7	30,8	32,2	31,0	25,1
irmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1320	2735	1480	1480	1500	1490	1210
rdrückstände, bez. a. d. Brennstoff vH	16,6	12,4	15,1	12,4	14,2	13,2	14,7
ervon verbrennlich „	23,5						
gas: Mittl. CO_2-Gehalt „	10,1	10,7	9,5	9,6	9 1	9,2	11,4
gas: „ O_2- „ „	9,4	8,5	9,0	10,1	10,5	10,6	8,0
gas: „ CO- „ „	0,1	0,4	0,9	—	0,1	—	—
ftüberschußzahl	1,78	1,63	1,67	1,90	1,96	1,99	1,60
tl. Abgastemperatur °C	304	313	301	291	286	303	337
tl. Raumtemperatur „	27	25	27	28	31	32	32
g mm W.-S.	2,7	3,5	3,0	3,6	2,6	3,6	3,6

Wärmebilanz

	Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
lust durch Herdrückstände	316	6,6	235	4,9	287	6,0	235	4,9	269	5,6	249	5,2	279	5,8
lust durch freie Abgaswärme	895	18,6	878	18,2	849	17,6	918	19,1	906	18,8	969	20,1	901	18,7
lust durch gebundene Wärme	25	0,5	95	2,0	216	4,5	—	—	28	0,6	—	—	—	—
stige Verluste und Nutzwärme	3574	74,3	3612	74,9	3458	71,9	3657	76,0	3607	75,0	3592	74,7	3630	75,6

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	259	33,4	1610
Dienstag bis Sonnabend	260	29,3	1410

Kanäle geheizt, die mit dem untersten Backraum in Verbindung stehen. Nach dem Anheizen des Unterherdes werden die Schieber der Verbindungskanäle geöffnet und während des längeren Abstehens sollen durch den Umlauf der erhitzten Luft auch Mittel- und Oberherd erwärmt werden. Zur besseren Isolierung wurde das Mauerwerk des Ofens oben, und besonders seitlich, erheblich verstärkt.

In Zahlentafel 5 sind die Ergebnisse der Versuche zusammengestellt.

Als Brennstoff dienten mitteldeutsche Braunkohlenbriketts mit 10,4 vH Asche, 16,5 vH Wasser und dem unteren Heizwert 4810 kcal/kg. Der Ofen wurde am Abend vorher um 7 Uhr angeheizt und über Nacht stehengelassen. Am nächsten Morgen wurde dann in allen drei Herden gebacken; eine Zwischenheizung war nicht mehr erforderlich. Wegen der Abkühlung über Sonntag mußte der Ofen auch am Samstagabend geheizt werden. Der Brennstoffverbrauch für die Backgutmenge am Montag setzt sich also aus dem Brennstoffverbrauch am Samstag und Sonntag zusammen. Im Durchschnitt betrug die tägliche Teigmenge 250 bis 260 kg, wovon 78 bis 80 vH Brot- und der Rest Kleingebäckteig war. Nur am Samstag erhöhte sich die Backgutmenge auf rd. 300 kg infolge des größeren Kleingebäckanteils. Die Brennstoffmenge war praktisch dieselbe, so daß sich die Brennstoffmenge auf 100 kg T[ei]g wieder unmittelbar abhängig von der Backgutmenge [e]rgab. Die Abgase enthielten im Mittel 9,1 bis 11,4 vH CO_2 und 0,1 bis 0,9 vH CO; die Abgastemperatur betrug 28[.] bis 337 ° C.

Daraus errechnen sich die Abgasverluste du[rch] freie Wärme zu 17,6 bis 19,1 vH und durch Unverbrann[te]s zu 0 bis 4,5 vH. In den Brennstoffrückständen wurde n[oc]h 23,5 vH Verbrennliches festgestellt; da 12,4 bis 16,6 vH [de]s Brennstoffgewichtes als Asche und Schlacke anfiel[en], gingen somit 4,9 bis 6,6 vH der zugeführten Wärme in [de]n Rückständen verloren. Bei der Berechnung dieser Zah[le]n wurde der Heizwert der Rückstände mit 8100 kcal[/k]g angenommen. Im Mittel wurden in einer Wo[ch]e für 100 kg Teig 33,4 kg Kohle verbraucht, das s[in]d 1610 kcal für 1 kg Teig; ohne Berücksichtigung des M[on]tags ergeben sich dafür Werte von 29,3 kg bzw. 1410 kc[a]l. Wie die günstigsten Wärmeverbrauchzahlen an den bei[de]n Samstagen zeigen, ist der Ofen imstande, gegenüber [de]n normalen Wochentagen noch erheblich größere Backg[ut]mengen, besonders Kleingebäck, mit der zugeführten Bre[nn]stoffmenge zu verarbeiten. Im übrigen gilt das be[im] Deutschen Ofen und dem Kanalofen über Feuerung u[n]d Speicherwirkung Gesagte auch sinngemäß für diese Bau[a]rt.

[B 411] (Schluß folgt.)

Maschinenfundamente[1]

Für die Gründungen von Maschinen ist vor allem wichtig die Vermeidung der Resonanz. Das Fundament muß also derart ausgebildet werden, daß seine Eigenschwingungszahl und die Maschinendrehzahl einen genügend großen Unterschied (möglichst über 50 vH) aufweisen. Hierzu muß man die Eigenfrequenz ermitteln. Es genügt jedoch oft nicht, die Eigenfrequenz nur innerhalb des eigentlichen Gründungskörpers zu untersuchen; denn die Gründung kann auch als Ganzes auf dem Untergrund Schwingungen ausführen, und so muß man sich auch mit diesen Schwingungszahlen befassen.

Zur Beurteilung der Eigenfrequenz einer am Baugrund schwingenden Gründung wird vorausgesetzt, daß der Boden elastisch ist und auch Proportionalität zwischen Dehnungen und Spannungen besteht (wie es bei Schwellenberechnungen und dergleichen auch angenommen wird), ferner daß die Gründung als starre, im Schwerpunkt vereinigte Masse angesehen werden kann. Für die Eigenfrequenz n_e kann dann die bekannte Formel

$$n_e = \frac{300}{\sqrt{f}}$$

angewendet werden, wobei f die Verschiebung des Schwerpunktes unter dem Eigengewicht in der Richtung der gesuchten Schwingung bedeutet.

Für die Verschiebung f ergeben sich folgende Werte:

1. Bei unmittelbarer Gründung: a) für Schwingungen in lotrechter Richtung

$$f_l = \frac{\Sigma P}{b\, l\, C}$$

wobei ΣP die gesamten Lasten, also Gründungs- und Maschinengewicht, b die Breite, l die Länge der Fundamentgrundfläche und C die Bettungszahl des Bodens, d. h. das Verhältnis zwischen Pressung und zugehöriger Einsenkung bedeuten.

b) für Schwingungen in wagerechter Richtung

$$f_w = \frac{\Sigma P}{b\, l}\left[\frac{12\, h^2}{C\, b^2} + \frac{1}{S}\right]$$

S ist hier eine Schubzahl des Bodens, d. h. das Verhältnis zwischen der Schubspannung in der Grundfläche und der dazugehörigen Verschiebung.

2. Bei Pfahlgründung: a) für Schwingungen in lotrechter Richtung

$$f_l = \frac{\Sigma P}{r}\,\frac{t}{E\,F}\left(1 - \frac{\mu}{3}\right)$$

wobei r die Anzahl der Pfähle, t die Länge der Pfähle, E die Elastizität der Pfähle, F den Querschnitt der Pfähle und μ einen Beiwert $(1 > \mu > 0)$ bedeuten.

b) Für Schwingungen in wagerechter Richtung.

$$f_w = \frac{25\, t\, \Sigma P\left(1 - \frac{\mu}{3}\right)}{E\,F}\left(\frac{h^2}{2\, r\, l^2} + \frac{1}{r_2}\right).$$

h ist die Höhe des Gründungsschwerpunktes über d[em] Kreuzungspunkt der Schrägpfähle, l die Länge der Fun[da]mentgrundfläche in der Schwingungsrichtung, r_2 die A[n]zahl der Schrägpfähle.

Durch obige Formeln ergeben sich für die am Bod[en] schwingende Gründung verhältnismäßig niedrige Freque[n]zen (mit Ausnahme der lotrechten Pfahlschwingungen, [di]e höher ausfallen können), so daß bei rasch umlaufenden M[a]schinen, wie Turbinen, eine Resonanz in diesem Sinne kau[m] zu befürchten ist. Bei niedriger Drehzahl können [je]doch diese Bodenschwingungen unangenehm werd[en]. Eine Vergrößerung der Gründungsmassen ist nicht imm[er] günstig, sie kann sogar unter Umständen schädlich wirk[en], wenn dadurch die Eigenfrequenz der Maschinendrehza[hl] nähergebracht wird.

Die Berechnung der Schwingungen innerhalb d[er] Gründung kommt bei Schwergewichtgründungen nicht [in] Frage, bei aufgelösten Bauwerken sind hierfür Formeln b[e]reits veröffentlicht[2]).

Nach Ermittlung der Eigenfrequenz sind die auf d[ie] Gründung einwirkenden Kräfte zu bestimmen. Bei u[m]laufenden Maschinen setze man für die Fliehkraft

$$F = \frac{a}{f}\, G',$$

wobei G' das Gewicht der umlaufenden Massen, f d[ie] ruhende Durchbiegung der Welle unter diesem Gewicht u[nd] a die denkbar größte Durchbiegung bedeuten.

Bei hin- und hergehenden Massen geben die von O. Föpp[l] angeführten Formeln[3]) die Massenkräfte an.

Die ermittelten Kräfte müssen dann mit einem dyn[a]mischen Beiwert ν multipliziert werden, dessen Größe vo[m] Verhältnis der Eigenfrequenz zur Maschinendrehzahl w[ie] folgt abhängt:

$$\nu = \left|\frac{n_e^2}{n_e^2 - n_m^2}\right|_{\text{Absolutwert.}}$$

Darin sind n_e die Eigenfrequenz und n_m die Maschinendre[h]zahl. Es ist aus der Formel zu erkennen, daß der dyn[a]mische Beiwert um so größer wird, je kleiner der Unte[r]schied zwischen den beiden Schwingungszahlen ist. B[ei] Resonanz wird

$$n_e = n_m \quad \text{und} \quad \nu = \infty .$$

Will man der Ermüdung des Baustoffes Rechnun[g] tragen, so setzt man das Zwei- bis Dreifache der periodisc[h] wirkenden Massenkräfte ein.

Die so erhöhten Kräfte sind dann als statische Kräft[e] in die Berechnung einzuführen, wodurch die dynamisch[e] Aufgabe auf eine statische zurückgeführt ist. [N 245]

Berlin Dr.-Ing. E. Rausch

[1]) Nach einem Aufsatz des Verfassers in der Zeitschrift „Der Bauingenieur" Bd. 7 (1926) S. 859.

[2]) Dr. Geiger, Berechnung der Schwingungserscheinungen a[n] Turbodynamos, Z. Bd. 66 (1922) S. 667 und Bd. 67 (1923) S. 287.

[3]) Grundzüge der technischen Schwingungslehre. Berlin 19[..] Julius Springer.

Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage

Von Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. G. Lippart, München

Vorgetragen in der Fachsitzung „Ausbildungswesen" der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg, 30. Mai 1927

Die dringende Notwendigkeit einer praktischen methodischen Ausbildung der Maschinenbaupraktikanten, ihre geschichtliche Entwicklung und Leitsätze für eine solche Ausbildung.

Zu Beginn der Ingenieurtätigkeit wurden die für den Beruf erforderlichen Kenntnisse durch die Lehrlingsausbildung erworben und durch Gesellen- ıd Wanderjahre vertieft. Diese Ausbildung durch die genannte „Meisterlehre" hat hervorragende Männer ıseres Faches hervorgebracht; in England hat man an r als eigentlicher Ingenieurausbildung bis in die sieb- ger Jahre des vorigen Jahrhunderts festgehalten. Plan- äßiger Ingenieurunterricht in Schulen trat erst allmäh- ·h im Laufe des vorigen Jahrhunderts an die Seite ır praktischen Ausbildung; in Deutschland, dem klas- schen Lande der Schulen, früher als in England und n Vereinigten Staaten. Bei uns beweisen die Hundert- hrfeiern verschiedener Technischer Hochschulen, die diesen Jahren begangen werden, daß die wissenschaft- ·he Ausbildung des deutschen Ingenieurs bereits auf ehr als ein Jahrhundert geschichtlicher Entwicklung ırückblicken kann.

Im Anfang und in der Mitte des vorigen Jahrhun- ·rts war der Bedarf des Staates und der Eisenbahnen an genieuren größer als bei den privaten Maschinenfabri- ·n; die Art der Ausbildung wurde daher wesentlich ırch die Bedürfnisse des Staates und der Eisenbahn einflußt. Die preußisch-hessische und auch die an- ·rn staatlichen Eisenbahnverwaltungen schrieben als ırbedingung für die Zulassung zum Dienst als Re- erungsbauführer des Maschinenbaufaches eine ein- hrige praktische Ausbildungszeit mit einem geregelten ısbildungsgange vor, der durch ein Beschäftigungsver- ichnis nachgewiesen werden mußte. Auch die Reichs- ırine hatte in ähnlicher Weise die praktische Ausbil- ıng der Anwärter für den Staatsdienst im Schiffbau ıd Schiffsmaschinenbau geregelt. Bei denjenigen An- ırtern, die ausnahmsweise ihre praktische Ausbildung ·ht in den staatlichen Eisenbahn-Ausbesserungswerk- ätten oder auf den kaiserlichen Werften, sondern in ivaten Maschinenfabriken oder auf privaten Werften ıpfingen, wurde diese Ausbildung auf ihre Gleichwer- keit hin überwacht, wozu insbesondere die in ge- ssen Zeitabständen verlangte Vorlage des Beschäf- ungsverzeichnisses diente.

Bereits damals wurde mit Rücksicht auf den Oster- ıluß der meisten allgemein-bildenden höheren Schulen ıd den Herbstbeginn der geregelten Studiengänge die aktische Ausbildungszeit zerlegt. Die meisten ar- iteten zunächst ein halbes Jahr, bezogen dann die Hoch- ıule und legten das zweite Halbjahr in zwei Hälften je drei Monaten in den Sommerferien zurück. Nur ·nige arbeiteten geschlossen hintereinander ein ganzes hr oder anderthalb Jahre praktisch.

Für die Ingenieure des Bauingenieurfaches, insbe- ndere des Eisenbahn-, Straßen- und Brückenbaues, ırde die spätere Ausbildungszeit als Regierungsbau- rer als ausreichende Einführung in die Praxis an- sehen und von einer praktischen Ausbildung vor und ·hrend des Studiums im allgemeinen abgesehen; nur ten benutzten einige Studierende dieser Fächer die rbstferien dazu, sich in dem Bureau oder auf der Bau- lle einer größeren Tiefbaufirma oder Brückenbau- stalt zu betätigen.

Die Ausbildung in den staatlichen Werkstätten wies Laufe der Zeit Mißstände und Unzuträglichkeiten f, zum Teil veranlaßt dadurch, daß während der Som- rferien vielfach der erforderliche Ernst fehlte, was m Teil unerfreuliche Rückwirkungen auch auf die ıgen Praktikanten hatte, die ihr erstes Halbjahr ab- steten.

Aber auch in den privaten Werkstätten ließ die sbildung viel zu wünschen übrig. Zum Teil mag das daran gelegen haben, daß in der Werkstatt der aus dem Arbeiterstand hervorgegangene Meister herrschte, der wenig davon erbaut war, junge Leute in kurzer Zeit ausbilden zu sollen, die nicht Meister, sondern Ingenieure, also spätere Vorgesetzte, werden sollten. Außerdem suchten die Meister ihr Können als ihr wichtigstes wirtschaftliches Gut ängstlich geheimzuhalten. Nur besondere Tüchtigkeit und Zähigkeit, verbunden mit dem Willen, sich jeglicher Arbeit zu unterziehen, nötigte den Meistern Achtung und Anerkennung und dann auch die Bereitwilligkeit zur Unterweisung ab. Wer sich so durchsetzte, für den bot die praktische Werkstattarbeit eine wertvolle Ausbildung; aber ihre Zahl war gering, im allgemeinen war also der Wirkungsgrad der praktischen Ausbildung nicht sehr groß.

Daraus erklärte sich die Abneigung, die in industriellen Kreisen gegen diese Ausbildung entstand; daran konnte auch die vorbildliche Art, mit der einige wenige Werke, z. B. die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und Borsig, sich der jungen Leute annahmen, nichts ändern.

Als dann im Jahre 1900 die akademischen Grade des Dipl.-Ing. und Dr.-Ing. eingeführt wurden und die Diplomprüfungen der Hochschulen an die Stelle der Prüfungen als Regierungsbauführer vor den Staatlichen Prüfungskommissionen traten, rückte die Ausbildung in staatlichen Werkstätten gegenüber der in privaten Werkstätten mehr und mehr in den Hintergrund.

Die Hochschulen übernahmen damals zwar in ihre Diplomprüfungsordnungen die Bestimmung der einjährigen praktischen Ausbildungszeit, sahen aber von einer Überprüfung der Einzelheiten ab. Die Sekretariate der Hochschulen begnügten sich damit, sich die Zeugnisse vorlegen zu lassen und prüften nur die hierin bescheinigte Zeit.

Als Ende der neunziger Jahre in steigendem Maße private Werkstätten aufgesucht wurden, war es bereits dazu gekommen, daß Firmen, die als gut eingerichtet bekannt waren, mit Gesuchen um Aufnahme als Praktikanten überlaufen wurden und daher manchen Bewerber zurückweisen mußten. Es entstand ein Mangel an Praktikantenplätzen. Dazu kam, daß manche Werke, z. B. die Firmen Schichau, Ludwig Loewe und zahlreiche Werkzeugmaschinenfabriken, nicht Praktikanten mit kurzer Ausbildungszeit einstellen wollten, sondern eine dreijährige Lehrzeit verlangten.

Die Schwierigkeiten, die den jungen Leuten erwuchsen, um zu einer praktischen Ausbildung zu gelangen, ließen den Gedanken von Lehrwerkstätten entstehen, die den Schulen angegliedert werden sollten; allerdings wurde dieser Gedanke weniger im Zusammenhang mit der Ausbildung an den Hochschulen als vielmehr in Verbindung mit den mittleren technischen Schulen gepflegt. Ein Vorkämpfer dieses Gedankens war insbesondere der Fachschuldirektor Haedicke, der den Gedanken zunächst in Remscheid und später in Siegen verwirklichte; noch bis heute hat sich der gute Kern dieses Gedankens an den Fachschulen für die Kleineisenindustrie erhalten, wo er als eine Ergänzung und Vertiefung der bereits vorher erworbenen Werkstattausbildung gepflegt wird.

Als Ersatz für die Werkstattpraxis ist die Lehrwerkstatt einer Schule abzulehnen, und auch die Versuche, die in dieser Richtung in der Nachkriegzeit wieder unternommen worden sind, haben dies erneut erwiesen. Die praktische Ausbildung hat den Zweck, den werdenden Ingenieur in das werktätige Leben einzuführen; er soll nicht nur die Werkstoffe und ihre Be- und Verarbeitung kennen lernen, sondern darüber hinaus auch mit dem

werktätigen Menschen und seinen Leistungen vertraut werden, damit er die Zusammenhänge, die in einer Fabrik wirksam sind, erkennt. Das kann ihm keine Schule geben; um dies zu erleben, muß er mitten im praktischen Schaffen der Industrie gestanden haben.

Mit der wachsenden Industrie wuchs auch zahlenmäßig der Nachwuchs der Ingenieure, und die Klagen wegen unzureichender Praktikantenstellen führten zu einer Erörterung der Angelegenheit im Verein deutscher Ingenieure, wobei sich Männer wie Theodor Peters, Max Krause, Viktor Laeis, Anton Rieppel und Theodor Sehmer des Nachwuchses annahmen. Die letzteren veranlaßten den Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, sich mit der Angelegenheit zu befassen, und in gemeinsamer Arbeit mit diesem und einer Anzahl andrer technisch-wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Vereinigungen wurden im Jahre 1900 erstmalig

„Bestimmungen über die Ausbildung der jungen Männer, die an den Technischen Hochschulen Maschineningenieurwesen einschließlich Elektrotechnik und Schiffbau oder Hüttenwesen studieren wollen“,

ausgearbeitet und eine Liste von Werken aufgestellt, die sich bereit erklärten, gemäß diesen Bestimmungen Praktikanten aufzunehmen.

Hier muß anerkannt werden, daß auch damals bereits einzelne der größeren Firmen ihre Verantwortung gegenüber der Ausbildungsfrage gefühlt und ihr in vollem Maß gerecht geworden sind insofern, als sie eine größere Anzahl von Ausbildungsplätzen zur Verfügung stellten; planmäßig sich der Ausbildung anzunehmen, daran dachte man aber damals im allgemeinen noch nicht. Von dem Anteil, den der Betriebsleiter oder seine Assistenten an den jungen Leuten oder an dem einzelnen jungen Mann nahmen, hing es mehr oder weniger ab, ob und wieviel er während seiner praktischen Zeit, abgesehen von seinem eigenen Lerntrieb, zu sehen bekam. Auch die Hochschulen begnügten sich damit, von der Industrie zu verlangen, daß sie eine ausreichende Zahl von Praktikantenplätzen zur Verfügung stelle.

Mit dem zunehmenden Andrang empfanden die Firmen die wachsende Zahl der Praktikanten als Belästigung, und um ihr entgegenzuwirken, wurde Lehrgeld in immer mehr steigender Höhe verlangt; so wurden 300 ℳ und mehr nur für die Zulassung zur praktischen Tätigkeit verlangt und dadurch wurde es manchem tüchtigen jungen Mann unmöglich gemacht, eine gute praktische Ausbildung zu erlangen.

Die Industrie sollte im Gegenteil aus erzieherischen Gründen nur in Erfüllung ihrer Verpflichtung, für ihren Nachwuchs besorgt zu sein, den Praktikanten, ebenso wie den Lehrlingen eine, wenn auch bescheidene, Entlohnung gewähren.

Aus den Reihen der jungen Ingenieure, die beim Übertritt in die Praxis erkannten, wie sehr sie durch die ungenügende praktische Ausbildung benachteiligt waren, kamen dann die Wünsche auf Verbesserung des Wirkungsgrades der praktischen Arbeitzeit und zugleich Einsprüche gegen zu hohes Lehrgeld bei ungenügender Ausbildung. Erwähnt sei z. B. der an die Praktikanten selbst sich wendende und ihnen die Augen öffnende Aufsatz von Dipl.-Ing. F. zur Nedden[1]) „Die praktische Werkstattausbildung des akademischen Maschineningenieurs“, der dann später zu dem ausgezeichneten Buche des Verfassers „Das praktische Jahr“ geführt hat, das heute noch den besten Leitfaden für die Praktikanten darstellt.

Wiederum waren es Theodor Peters und Viktor Laeis, die im Verein deutscher Ingenieure und im Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten auf Besserung der Verhältnisse drangen. Als Ergebnis der Erörterungen wurden in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten im Jahre 1908

„Bestimmungen über die Einstellung von Studierenden des Maschineningenieurwesens in Maschinenfabriken behufs praktischer Ausbildung“

beschlossen. Sie regelten in der Hauptsache das Verhältnis des Praktikanten zum Lehrherrn und sagten über die Ausbildung selbst nur, daß sie mindestens 12 Mon dauern solle, von denen 4 bis 5 Monate in Modelltischle und Gießerei und ein Monat in der Schmiede, der Rest der Schlosserei, der Dreherei und den Zusammenb werkstätten zugebracht werden sollten, und daß d Praktikanten Gelegenheit gegeben werden solle, a andre Betriebzweige und die allgemeinen maschinel Betriebseinrichtungen des Werkes kennenzulern Dabei war maßgebend, daß man nicht zu stark maßrege und vorschreibend in den Ausbildungsgang eingrei dürfe; denn dieser hänge doch wesentlich von der Fab selbst ab, in der die Ausbildung vor sich gehe und v den Möglichkeiten, die der Betriebsleiter den jung Leuten bieten könne und wolle. Weitergehende Zeitplä wurden daher stets nur als gut gemeinte Vorschlä niemals jedoch als bindend aufgefaßt.

Als dann der im Jahre 1908 begründete „Deutsc Ausschuß für Technisches Schulwes (Datsch)“ die Arbeiten der großen Vereine auf d Gebiete des technischen Schulwesens einheitlich fo setzte und in den Jahren 1910 bis 1914 die an die Ho schulausbildung zu stellenden Anforderungen ausgie erörterte, behandelte er auch mehrfach die praktis Vorbildung der Studierenden.

Im Vordergrunde stand dabei die Frage, in wel Zeitabschnitte das Jahr der praktischen Ausbildung teilt werden solle. In maßgebenden Kreisen der Indust war man lange Zeit der Ansicht, der Praktikant mü während dieses Jahres ununterbrochen in einer Fab tätig sein, da kürzere Zeitabschnitte störend auf d Betrieb einwirken würden, aber auch der junge Ma nur dann in den Geist des gesamten technisch-wirtscha lichen Betriebes eindringen könne, wenn er sich läng Zeit ununterbrochen darin betätige. Auch heute hal noch manche Kreise der Industrie eine mindestens e jährige ununterbrochene Praktikantenzeit für sehr w schenswert.

Für die Teilung wurde angeführt, daß der jun Mann während der praktischen Tätigkeit vieles v seinem Schulwissen verlerne, und daß nach dem e leitenden technisch-wissenschaftlichen Studium die zwe Hälfte der praktischen Ausbildung sehr viel nutzbr gender sei. Daher wollten einige die praktische Tätigk sogar an das Ende des Studiums verlegen, mit Rücksi darauf, daß der Studierende bei der sehr anstrengend Tätigkeit während seines Studiums einer gewissen E holungszeit bedürfe und er die Ferien dazu benutz solle, sein Wissen zu vertiefen.

Wägt man die Gründe für die eine oder die and Regelung ab, so wird man zu der Auffassung komm daß auch hier der Mittelweg der beste sein wird. Dah setzte sich schon damals mehr und mehr die Auffassu durch, daß am zweckmäßigsten ein halbes Jahr vor B ginn des Studiums und der Rest während des Studiu abgelegt werde.

Vom Datsch ist damals bereits die Forderung a gestellt worden, die Studienpläne der Hochschule möcht so eingerichtet werden, daß die praktische Arbeitz durch die Lage des Studienbeginns zum Abgange v der vorbereitenden Schule nicht beeinträchtigt wer ein Gesichtspunkt, der bis dahin nur von der Hochschu Danzig berücksichtigt worden war.

Der Datsch richtete ferner, um den jungen Leuten helfen, eine „Vermittlungsstelle für Praktikanten“ ei die zunächst mit der Geschäftsführung des VDMA ve bunden wurde, und gab ein „Merkblatt für Praktikante heraus.

Dann kam der Krieg. Während des Krieges und den ersten Jahren der Nachkriegzeit bereitete die Unte bringung der Praktikanten naturgemäß erheblic Schwierigkeiten. Dabei leistete die „Vermittlungsstell nützliche Dienste; sie wurde, als die Geschäftsführu des Datsch selbständig wurde, an diese angegliedert.

Diese eine zentrale Praktikantenvermittlung konn aber nur Unzureichendes leisten, insbesondere, da d jungen Leute vielfach erst zu spät von ihrem Vorhande sein unterrichtet wurden oder aber sich zu spät an d Stelle wandten. Auch die Verbreitung des „Merkblatte

[1]) Z. Bd. 52 (1908) S. 173.

ch die Sekretariate der Hochschulen und durch die bereitenden Schulen genügte nicht, um die Mängel Unterbringung der Praktikanten zu beheben. Außer- erkannte man, daß ohne Zentralisierung viel wirk- er geholfen werden könne, und bediente sich dazu der trauensmänner in den Bezirksvereinen des V. d. I., die h noch heute im stillen sehr nützliche Hilfe bei der erbringung und Beratung der Praktikanten leisten.

Inzwischen hatte an den Hochschulen die starke Ent- klung der Betriebwissenschaften eingesetzt; dabei hte sich der Mangel einer ordentlichen praktischen bildung bei den Studierenden in solchem Maße fühl- , daß diejenigen Mitglieder des Lehrkörpers, denen die rieblehre anvertraut war, energisch auf eine Ände- g der Zustände drängten.

Dieses Drängen wurde unterstützt durch die Mittei- gen über die erhöhte Aufmerksamkeit, die nach dem eg in den Vereinigten Staaten der praktischen Aus- ung und dem Zusammenwirken zwischen Hochschule Praxis auf diesem Gebiet geschenkt wurde, wobei verschiedensten Wege beschritten wurden, um den kungsgrad dieser Zusammenarbeit möglichst günstig gestalten.

Die nunmehr auch in Deutschland einsetzenden Be- bungen wurden außerordentlich dadurch unterstützt, der Datsch sich schon in den letzten Kriegsjahren, allem aber nach dem Kriege, der Lehrlingsausbildung erhöhtem Maß angenommen hatte. Ich hatte, als ich n Amt als Vorsitzender des Datsch antrat, den Ein- ck, daß es mit den gedruckten Vorschlägen und Be- üssen nicht sein Bewenden haben dürfe, sondern daß Lehrmittel herausbringen müsse, die dem einzelnen riebsleiter die selbständige Ausarbeitung solcher Lehr- el abnehmen würde. Auf diese Weise sind die in testen Kreisen Deutschlands und des Auslands als tergültig anerkannten L e h r g ä n g e des Deut- n Ausschusses für technisches Schulwesen entstan- aus denen sich dann weiter die anderen Unterrichts- el entwickelt haben. Zunächst lediglich den Bedürf- en der in steigendem Maße von maßgebenden Firmen erichteten Werkschulen abhelfend, haben sie sich in er größerem Umfange die Fortbildungsschulen, Be- schulen und andre technische Mittelschulen erobert.

Als man nach dem Kriege, wie bereits erwähnt, über Unterbringung der Studierenden in Werkstätten hin- sich der Ausbildung selbst anzunehmen begann und n Wirkungsgrad zu verbessern suchte, da konnten e für die Lehrlingsausbildung vorbereiteten Hilfs- el für die Praktikantenausbildung nutzbar gemacht den.

Bei der großen Zahl von Studierenden an der Tech- hen Hochschule Charlottenburg, die in Berlin und er näheren Umgebung ihre praktische Ausbildung rlangen suchten, waren die Klagen und Bedürfnisse naturgemäß besonders stark fühlbar. Es ist das dienst von Prof. S c h l e s i n g e r, daß er in sehr räftiger und zielbewußter Weise sich für eine grund- nde Änderung einsetzte. Dr. H a r m wurde mit den arbeiten für ein Zusammenarbeiten der Technischen hschule Charlottenburg und der Groß-Berliner Metall- strie betraut, und aus dem Zusammenwirken der Pro- oren S c h l e s i n g e r, R o m b e r g, R i e b e n- m, K l o ß u. a. einerseits und führender Männer Industrie, wie L i t z und H e i l a n d t, kamen Vor- äge zustande, die vom Verband Berliner Metallindu- ller tatkräftig aufgegriffen und durchgeführt wur- Allerdings knüpfte die Industrie hieran die Forde- , daß diese Stellen nun auch dauernd und nicht nur rend des Sommers, in den Herbstferien sogar doppelt dreifach besetzt seien Anfänglich war von der In- rie die Forderung einer ununterbrochenen einjähri- Ausbildungszeit aufgestellt worden, was für die ten Studierenden infolge des Herbstbeginnes der schullehrgänge den Verlust eines halben Jahres be- et haben würde. Neuerdings ist unter Hinweis auf amerikanischen Einrichtungen, die Schlesinger auf r Studienreise genauer kennenzulernen Gelegenheit , erreicht worden, daß die Industrie einer Teilung in halbe Jahre zugestimmt hat, während die Charlottenburger Hochschule, ähnlich wie bereits früher Danzig, Doppelkurse eingeführt hat, die den Beginn des Studiums im Herbst und zu Ostern gestatten. Auf diese Weise ist die neuere Regelung zustandegekommen, die Prof. H a n n e r in seinem Bericht auf der letzten Tagung des Datsch geschildert hat[2]).

Die Berliner Verhältnisse, die zu diesem Versuch geführt haben, sind von ganz besonderer Art; die örtlichen Schwierigkeiten sollen durch den neuerlichen Versuch beseitigt werden, so gut wie dies unter den obwaltenden Verhältnissen eben möglich ist.

Zugleich läßt die Einrichtung des „Praktikantenpflegers“ eine Verbeserung des Wirkungsgrades der praktischen Ausbildung durch das Zusammenwirken der drei Beteiligten, der Industrie, der Hochschule und des Schülers erhoffen. Diese Charlottenburger Einrichtung hat bereits ähnliche Versuche an andern Hochschulen ausgelöst, und es ist zu hoffen, daß durch Erfahrungsaustausch die Einrichtungen verbessert werden. Daß bei der Durchführung Meinungsverschiedenheiten aufgetaucht sind, ist selbstverständlich; soweit ich aber unterrichtet bin, ist heute zwischen sämtlichen Technischen Hochschulen unter Mitwirkung des Deutschen Ausschusses eine grundsätzliche Einigung in den wichtigsten Punkten erzielt worden.

Umstritten sind u. a. Länge und Einschaltung der einzelnen Abschnitte der praktischen Ausbildung in die Studienzeit, ferner Umfang, Art und Durchführung der theoretischen Unterweisung, endlich eine Anzahl Nebenfragen, z. B. der Zeitpunkt der Immatrikulation, zeitliche Folge und Dauer der Beschäftigung in den verschiedenen Werkstätten u. a. m. Über alle diese Fragen kann man natürlich verschiedener Meinung sein; sie treten aber zurück gegenüber den eben dargelegten großen grundlegenden Fragen.

Nicht nur im Maschinenbau und den ihm verwandten mechanischen Fächern, dem Schiffbau, Schiffsmaschinenbau, Eisenhüttenwesen und der Elektrotechnik ist praktische Ausbildung als Vorbedingung für das Diplomexamen vorgeschrieben, sondern neuerdings auch in andern Fachrichtungen, insbesondere auch im Bauwesen. In vorbildlicher Weise nimmt sich im Eisenhüttenwesen der Verein Deutscher Eisenhüttenleute der Praktikanten an. Der Bergbau kennt seit langem die geregelte Ausbildung der Bergbaubeflissenen in allen Zweigen der praktischen Tätigkeit des Bergmannes und von jeher in getrennten Zeitabschnitten. Auch in andern Zweigen der Technik bürgert sich mehr und mehr die Überzeugung ein von der Notwendigkeit einer guten Kenntnis der praktischen Arbeitsverhältnisse als Vorbedingung für ein erfolgreiches Studium.

In der gesamten Industrie macht sich neuerdings die Erkenntnis bemerkbar, daß die Berufausbildung des Nachwuchses der gewerblichen Facharbeiter dringend der Vermehrung und Verbesserung bedarf, wenn die deutsche Industrie wieder Geltung und Wettbewerbfähigkeit auf dem Weltmarkt erlangen will. Die sich hieraus ergebenden verbesserten und vermehrten Ausbildungsmöglichkeiten werden auch die praktische Ausbildung der Hochschulstudierenden verbessern helfen, so daß der weiteren Entwicklung mit einer gewissen Ruhe entgegengesehen werden kann.

Auf eine grundsätzliche Bemerkung kann an dieser Stelle nicht verzichtet werden, wenn auch das Thema dieser Ausführungen nur einen Ausschnitt aus der Frage der Hochschulausbildung behandelt. Für unsere technischen Hochschulen geschieht an sich viel zu wenig und für Versuche nach verschiedenen Richtungen, die allein zeigen könnten, welche Wege zweckmäßig sind, werden Mittel nicht zur Verfügung gestellt. Angesichts der gewaltigen Umstellung der gesamten deutschen Wirtschaft ins Technische ist das bedauerlich.

Mit einem Wort muß auch der praktischen Ausbildung der Schüler der technischen Mittelschulen, der Maschinenbauschulen und der privaten Techniken gedacht werden. Das zuletzt Gesagte über die günstige

[2]) s. Abhandlungen und Berichte über Technisches Schulwesen Bd. 8 (1926).

Wirkung der Verbesserung der Facharbeiterausbildung in der Industrie gilt in verstärktem Maße für diese jungen Leute, denen im allgemeinen die Einrichtungen der normalen Lehrlingsausbildung in Verbindung mit den Einrichtungen für die zukünftigen Hochschulen genügen dürften.

Betrachtet man den Lauf der Entwicklung, so sieht man, daß immer und immer wieder die gleichen grundlegenden Fragen wiederkehren, über die möglichst vollkommene Uebereinstimmung der Anschauungen erzielt werden muß, während in den übrigen eine gewisse Freiheit gelassen werden kann. Für die anschließende Erörterung[3]) habe ich meine Darlegung in folgende wenige Leitsätze zusammengefaßt:

1. Die Aufklärung über den Ingenieurberuf und insbesondere über die Bedeutung der praktischen Ausbildung hat bereits in den allgemeinbildenden höheren Schulen in Verbindung mit einer gründlichen frühzeitigen Berufsberatung zu beginnen.
2. Das Ziel der praktischen Ausbildung ist nicht nur die Einführung in die handwerkliche und mechanische Fertigung, sondern auch die Einführung in die wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhänge und die Zusammenhänge zwischen konstruktivem Schaffen und der Herstellung.
3. Zur Erzielung eines möglichst großen Wirkungsgrades ist eine planmäßige Ausbildung unter verantwortlicher Leitung eines Betriebsingenieurs nach den in den Datsch-Merkblättern niedergelegten ausführlichen Richtlinien erforderlich. Hierbei k[ann] den persönlichen und bezirklichen Besonderhe[iten] Rechnung getragen werden.
4. Die praktische Ausbildung muß durch eine sie [er]gänzende theoretische Unterweisung vertieft [wer]den, die gleichzeitig die Anfangsgründe des tec[hni]schen Zeichnens vermittelt und die mathemati[sch-]naturwissenschaftlichen Vorkenntnisse wachhäl[t].
   Um diese Ergänzung wirksam zu gestal[ten,] müssen Industrie und Schule möglichst eng [zu]sammenarbeiten.
5. Eine vertiefte Wechselwirkung von Theorie [und] Praxis wird durch wiederholte praktische Tätig[keit] während des Hochschulstudiums erreicht. In[s]besondere ist praktische Tätigkeit in den höheren [Se]mestern nach Erledigung der einjährigen pra[kti]schen Ausbildung wertvoll.
6. Aus dem gleichen Grund ist eine ergänzende [oder] spezialisierte praktische Tätigkeit nach dem [Stu]dium zu empfehlen (Ingenieurpraktikum).

Zum Schluß auf Grund meiner Lebensauffass[un]g und meiner praktischen Erfahrungen noch eine Bem[er]kung: Man kann in der Leitung eines jungen Man[ne]s auch zu viel tun. Das „für sich selbst handeln müss[en]" früherer Zeit hatte, wie unser Altmeister, Staats[ra]t v. Bach, wiederholt im Verein deutscher Ingenie[ure] ausgesprochen hat, seine sehr wertvollen, erzieherisc[he]n Momente. Wir dürfen in unserem an sich nützlichen [Be]streben, möglichst viel zu regeln, nicht so weit gehen, [da]ß wir dem werdenden Ingenieur alle Verantwortung [fü]r seine Ausbildung abnehmen und ihn dazu erziehen, [da]ß er bei jedem Schritt, den er in seinem Leben tun m[uß,] irgendeine beratende Stelle erst fragt, was richtig [ist] und was nicht. Das zu verhüten, ist der Sinn der a[ka]demischen Freiheit, die als Mittel zur Erziehung [zu]r vollen Verantwortlichkeit unentbehrlich erscheint; a[uch] dann, wenn wir wissen, daß manche an ihr zugrun[de] gehen.

Die theoretische und praktische Erziehung muß [in] jeder Richtung eingestellt sein auf die Erziehung z[um] Pflichtgefühl gegen sich selbst, gegen die Gemeinsch[aft,] in der man arbeitet, und gegen unser Vaterland.

[B 579]

[3]) In der anschließenden Erörterung kam Einmütigkeit der Auffassungen in den grundsätzlichen Fragen zum Ausdruck; der hohe Wert der praktischen Ausbildung wurde allseitig betont, die Notwendigkeit einheitlicher Regelung und auch der Schaffung von Praktikantenämtern anerkannt, jedoch auch daran erinnert, daß, insbesondere an kleineren Industrieplätzen, die Verhältnisse mancherorts noch allerlei zu wünschen übrig ließen. Gegen die Teilung der Ausbildungszeit wurden teilweise Bedenken geäußert; einige Redner befürworteten sogar eine Ausdehnung der Praktikantenzeit über ein Jahr hinaus, u. U. auf Kosten der theoretischen Ausbildung an der Hochschule. Vor einer Zersplitterung der Ausbildung in einer größeren Anzahl von Betrieben oder Betriebabteilungen wurde gewarnt und ein längeres Verweilen in wenigen Werkstätten als geeigneter empfohlen. Vertreter des Technischen Mittelschulwesens schilderten bereits eingeführte Mittel, um auf die Mittelschulpraktikanten einzuwirken, und die besonderen Schwierigkeiten bei ihrer Unterbringung. — Es ist zu erwarten, daß die noch im Fluß befindlichen Fragen in nächster Zeit von den Hochschulen zu einer in großen Zügen einheitlichen Lösung geführt werden.

Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge

Bei turbulenter Strömung treten bekanntlich in den Gleichungen für die Hauptbewegung neben den durch die gewöhnliche innere Reibung erzeugten Spannungen noch zusätzliche scheinbare Spannungen dadurch auf, daß durch die Nebenbewegung ein Austausch von Bewegungsgröße hervorgerufen wird. Für die scheinbare Schubspannung hat Prandtl[1]) folgenden Ansatz gemacht

$$\tau = \varrho\, l^2 \left|\frac{du}{dy}\right| \frac{du}{dy}, \text{ s. Abb. 1.}$$

Dabei ist ϱ die Dichte des strömenden Mittels, u ist die mittlere Geschwindigkeit in der x-Richtung und y die Koordinate senkrecht dazu; l bedeutet den „Mischungsweg". Dieser Ansatz kann nun zur quantitativen Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge benutzt werden[2]). Dabei handelt es sich einmal um die Vermischung eines Luftstromes [von] gleichförmiger Geschwindigkeit mit der ruhenden L[uft] (ebenes Problem der freien Strahlgrenze), Abb. 1, da[nn] um die Ausbreitung eines Luftstrahles, der entweder [aus] einem Spalt oder einem runden Loch in den umgeben[den] Luftraum schießt. Übereinstimmend wird dabei der [An]satz für den Mischungsweg $l = c\,x$ gemacht, wenn x die E[nt]fernung von der Stelle angibt, wo die Vermischung einse[tzt]. Der Proportionalitätsfaktor c ist dabei die einzige Erf[ah]rungsgröße der Theorie.

Abb. 1 Vermischung eines Luftstrahles von gleichförmiger Geschwindigkeit mit der ruhenden Luft

Die Rechnungsergebnisse wurden im Fall der fre[ien] Strahlgrenze und des runden Luftstrahles mit Geschwind[ig]keitsverteilungen, die in der Göttinger Aerodynamisch[en] Versuchsanstalt mit einem selbstaufzeichnenden Dru[ck]schreiber aufgenommen wurden, verglichen. Die Übere[in]stimmung ist sehr gut. Für die freie Strahlgrenze wird da[bei] $l = 0{,}0174\,x$.

Außer der Geschwindigkeitsverteilung wurde a[uch] noch der Überdruck in dem gleichförmigen Luftstrom (G[e]schwindigkeit U) gegenüber der ruhenden Luft im F[all] der freien Strahlgrenze und die entsprechende Größe [bei] der Strahlausbreitung berechnet. Im Fall der freien Stra[hl]grenze erhielt man dabei einen Überdruck von

$$0{,}00482\ \varrho \frac{U^2}{2},$$

eine Beziehung, die für die Eichung von Staugeräten [in] einem aus einer Düse ausfließenden Strahl wichtig ist.

Bei der Berechnung des Überdrucks beim runden Stra[hl] erwies sich ein erweiterter Ansatz für die scheinbar[en] Spannungen als notwendig, wodurch neben der scheinbar[en] Schubspannung τ auch die scheinbaren Normalspannung[en] σ_y und σ_t berücksichtigt wurden. [M 63]

Göttingen Dr. Tollmien

[1]) L. Prandtl, Bericht über Untersuchungen zur ausgebildeten Turbulenz, Zeitschrift f. angew. Math. u. Mech. Bd. 5 (1925) S. 136 und Bericht über neuere Turbulenzforschung im Buch „Hydraulische Probleme" Berlin 1926 S. 8.

[2]) Tollmien, Zeitschrift f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 468

Messung mechanischer Schwingungen[1])

Von Dr.-Ing. W. Kniehahn, Berlin

Vorteile optischer Verfahren — Möglichkeiten der praktischen Ausführung — Schwingungsmessung ohne festen Nullpunkt — Anwendung auf Torsionsschwingungen

Die Fortschritte der Technik haben auf allen Gebieten die schnellaufende Maschine in den Vordergrund des Interesses gerückt. Genügten bei langsamlaufenden Maschinen im allgemeinen genaue Berechnung und einwandfreier Entwurf, um die Maschine ohne Störung und ihrem Zweck entsprechend in Betrieb zu bringen, so stellen sich bekanntlich beim Übergang zu hohen Geschwindigkeiten die verschiedensten Schwierigkeiten heraus. Insbesondere können Schwingungen störend wirken, deren Auftreten sich durch Rechnung in vielen Fällen nicht vorausbestimmen läßt, so daß man auf Messungen an der ausgeführten Anlage angewiesen ist.

Mechanische, optische, akustische und elektrische Verfahren hat man zur Anzeige sowie zum Aufzeichnen solcher Schwingungen angewandt und dabei bereits beachtenswerte Ergebnisse erzielt. Immerhin zeigt der Umstand, daß die Messung von Schwingungen nur an vereinzelten Stellen vorgenommen wird, daß der allgemeinen Einführung und Verwendung dieser Geräte noch irgend etwas im Wege steht.

Gerade in heutiger Zeit spielt außer der technischen Brauchbarkeit die Wirtschaftlichkeit auch bei solchen Meßgeräten eine große Rolle. Der Anschaffungspreis sowie die umständliche Behandlung oder zeitraubende Auswertung der Versuchsergebnisse können die Einführung erschweren. Ferner braucht die Industrie ein Meßgerät, das nicht nur für irgendeinen Sonderfall verwendbar ist, sondern mit dem man gegebenenfalls durch kleine Umstellungen Schwingungen verschiedener Art beobachten und untersuchen kann. Ein solches universales Meßgerät, das Genauigkeit mit Einfachheit und Billigkeit vereint, dürfte dazu beitragen, daß sich die Beobachtung von Schwingungen allgemein einführt und daß die Entwicklung der Entwürfe nach der dynamischen Seite hin eine wesentliche Förderung erfährt.

Man hat bisher in erster Linie mechanische Verfahren zur Messung mechanischer Schwingungen angewandt, indem man sich die Erfahrungen mit seismischen Meßgeräten zunutze machte. Bei diesen Meßgeräten ist es nicht ganz einfach, Fehler auszuschließen. Reibung und Dämpfung der einzelnen Teile und ihr richtiges Verhältnis zueinander sind äußerst schwierig abzustimmen. Auch der Antrieb bereitet oft Schwierigkeiten, und Fehler in der Bemessung der trägen Masse und der zwischen diese und die mitschwingende Masse geschalteten Feder können die Richtigkeit der Aufnahme in Frage stellen.

Immerhin hat die Praxis bewiesen, daß es gelungen ist, mechanische, elektrische und akustische Meßgeräte für diese Zwecke zu entwickeln. Aber auch das optische Verfahren hat hier Vorteile, namentlich den Vorteil, daß es Schwierigkeiten der angegebenen Art überhaupt nicht kennt. Weder die veränderliche Reibung und Dämpfung noch der Antrieb des Beobachtungsgerätes spielen hier eine Rolle. Es dürfte daher aussichtsreich sein, optische Verfahren zum Messen von Schwingungen auszubilden. Natürlich müssen die Zusammenhänge berücksichtigt werden, die Gewähr für eine einwandfreie Beobachtung bieten und die man nicht immer erkannt hat.

Zur Aufnahme und Aufzeichnung von kleinsten Bewegungsvorgängen benutzt man bereits auf den verschiedensten Gebieten optische Verfahren. Man hat jedoch bisweilen Ergebnisse erzielt, die man als optische Täuschungen beiseite legte, ohne weiter nachzuforschen, woher diese Täuschungen kamen und wie sie zu vermeiden gewesen wären. Man hat z. B. bei der optischen Beobachtung der Bewegungen von Blutkörperchen festgestellt, daß man wohl ab und zu die Bewegung in der Art der Zeitlupenaufnahmen verzögert sah, so daß man sie gleichzeitig unter dem Mikroskop beobachten konnte, man sah aber gleichzeitig andere Blutkörperchen sprungweise vor- und rückwärtsgehen, wieder erscheinen und wieder verschwinden und mußte damit die Untersuchungen ohne Erfolg abschließen.

Man hat sich ebenso damit abgefunden, daß bei der kinematographischen Wiedergabe eines fahrenden Kraftwagens die Räder trotz schneller Fahrt allmählich stillstehend erscheinen, bisweilen sich sogar scheinbar rückwärts drehen. Berücksichtigt man jedoch die einfachen Zusammenhänge, die diesen optischen Beobachtungen zugrunde liegen, so kann man solche Täuschungen leicht vermeiden.

Die optische Beobachtung schnellaufender Maschinen beruht darauf, daß infolge der Trägheit des Sehnervs ein raschlaufender Gegenstand, wenn er nur kurze Zeit belichtet, die übrige Zeit aber unsichtbar gehalten wird, dem Auge des Beobachters stillstehend erscheint. Belichtet man also den Gegenstand ebenso oft wie er umläuft, so trifft jeder Lichtblitz den Gegenstand in derselben Stellung, und das Auge sieht dauernd einen scheinbar stillstehenden Körper.

Die Belichtung kann entweder so erfolgen, daß man einen Lichtblitz bei jeder Umdrehung des beobachteten Gegenstandes in gleichen Zeitabständen erzeugt, oder man belichtet den Gegenstand und beobachtet ihn durch eine Öffnung in einer Scheibe, die synchron mit ihm umläuft. In beiden Fällen muß das Blinkwerk irgendwie angetrieben werden und Synchronismus zwischen ihm und dem Gegenstand hergestellt werden. Zum Antrieb dient entweder eine fremde Kraftquelle oder der zu beobachtende Gegenstand selbst.

In diesen beiden Punkten, der Art der Belichtung und der Art des Antriebes, unterscheiden sich die vier Möglichkeiten der Ausführung optischer Meßgeräte.

Abb. 1 und 2 zeigen schematisch die beiden Ausführungen mit unterbrochener Belichtung, einmal mit fremdem Antrieb der Unterbrechungskontaktscheibe *d* und einmal mit einer Kontaktscheibe, die auf der Welle des beobachteten Gegenstandes angebracht ist. In Abb. 3 und 4 ist der Gegenstand dauernd beleuchtet, und die Beobachtung

[1]) Auszug aus der vom Schwingungsausschuß im Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure preisgekrönten Arbeit „Pantoskop".

Abb. 1 Ausführung mit unterbrochener Belichtung und fremdem Antrieb der Kontaktscheiben *d*

Abb. 3 Ausführung mit dauernder Belichtung und fremdem Antrieb der Beobachtungsscheibe *f*

Abb. 2 Ausführung mit unterbrochener Belichtung und einer Kontaktscheibe *d*, die auf einer Welle des beobachteten Gegenstandes angebracht ist

Abb. 4 Ausführung mit dauernder Belichtung und einer Beobachtungsscheibe *f*, die auf der Welle des zu beobachtenden Gegenstandes angebracht ist

Abb. 1 bis **4**
Die vier Möglichkeiten der Ausführung optischer Meßgeräte
a Beobachtungsgegenstand *b* Lichtquelle *c* Stromquelle *d* Kontaktscheibe *e* Beobachtungsöffnung *f* Beobachtungsscheibe

erfolgt in der Richtung des Pfeiles durch die Öffnung der Beobachtungsscheibe f, die fremd angetrieben oder auf der Welle des zu beobachtenden Gegenstandes angebracht sein kann.

Für alle diese Möglichkeiten sind bereits praktische Ausführungen vorhanden, die für die Praxis zwar brauchbar sind, für die Messung von Schwingungen aber in dieser Form noch nicht in Betracht kommen. Unter Umständen geben sie sogar bisweilen zu Täuschungen Anlaß. Diese Täuschungen beginnen in dem Augenblick, wo man entweder statt durch eine Öffnung durch mehrere Löcher der Scheibe beobachtet, oder wenn man zwischen Gegenstand und Meßgerät verschiedene Übersetzungen einschaltet. Noch größer wird die Unsicherheit, wenn das Meßgerät durch eine Reibkupplung von der Welle des Gegenstandes angetrieben wird.

Will man einwandfreie Ergebnisse auf optischem Weg erzielen, so ist zunächst wesentlich, was man beobachten will; erst hieraus ergibt sich, mit welchen Mitteln die Beobachtung zu erfolgen hat[2]). Das zeigt schon, daß an dem optischen Meßgerät Verstellmöglichkeiten für verschiedene Zwecke der Anwendung notwendig sind. Zu berücksichtigen ist der Einfluß der Anzahl der Belichtungen des Gegenstandes während eines Abschnittes der Bewegung, also der Einfluß der Anzahl der Kontaktstellen einer Kontaktscheibe oder der Anzahl der Öffnungen einer Stroboskopscheibe (Kontakt- und Stroboskopscheibe seien kurz Steuerscheiben genannt), der Einfluß des Winkels, in dem zwei oder mehrere Kontaktstellen oder Scheibenöffnungen gegenüber dem Drehpunkt der Steuerscheibe stehen, und der Einfluß des Übersetzungsverhältnisses zwischen Gegenstand und Steuerscheibe. Diese Einflüsse sind folgendermaßen zu berücksichtigen:

1. Will man einen und denselben Punkt in einer ganz bestimmten Stellung beobachten, also z. B. sein Verhalten während der Bewegung unter einer bestimmten Belastung im Bilde festhalten, so ist das nur möglich, wenn man ihn mit Hilfe einer synchron umlaufenden Steuerscheibe einmal während jedes Abschnittes der Bewegung belichtet oder bei x-maliger Belichtung während eines Abschnittes der Bewegung (x ist eine ganze Zahl) eine Übersetzung $1/x$ zwischen Gegenstand und Steuerscheibe einschaltet.

2. Will man einen und denselben Punkt zweimal erscheinen lassen, also an zwei bestimmten Punkten seiner Bewegung, die gegen einander um α° verschoben sind, so verwendet man eine Steuerscheibe mit zwei um α° versetzten Kontakten oder Öffnungen.

2a. Ist $\frac{360^\circ}{\alpha}$ eine ganze Zahl und die Anordnung der Steuerteile symmetrisch zum Drehpunkt der Steuerscheibe, so gibt diese Zahl die Anzahl der Bilder an, die dem Auge während eines Bewegungsabschnitts erscheinen oder das Übersetzungsverhältnis, das bei einmaliger Belichtung zwischen Gegenstand und Steuerscheibe eingeschaltet werden muß.

Aus diesen allgemeinen Überlegungen läßt sich ableiten, wie man die Schwingungszahl, Größe und Richtung von Ausschlägen und die Lage von kritischen Drehzahlen feststellen kann. Abb. 5 bis 8 sagen dies einfacher, als sich mit Worten ausdrücken läßt. Die Kreise stellen die Steuerscheibe mit den Kontaktstellen oder Beobachtungsöffnungen p, p', p'' dar. Bei einer beliebigen Schwingung wird der

[2]) Vergl. Dr-Ing. Kniehahn, Keilriemenversuche, „Maschinenbau" Bd. 4 (1925) S. 376.

Abb. 9
Phaseneinstellung der Stroboskopscheibe
D Phaseneinstellung der Beobachtungsscheibe

Abb. 5
Beobachtung e i n e s Punktes, der stillstehend erscheint, so daß trotz seiner Schwingungsbewegung ein klares, eindeutiges Bild P zustande kommt. — Keine Möglichkeit Schwingungen festzustellen.

Abb. 6
Beobachtung z w e i e r Punkte im Bewegungsabschnitt von 0° bis 360°, um die Zahl und Lage der Wendepunkte und Knotenpunkte von Schwingungen festzustellen.

Abb. 7
Feststellung der doppelten Schwingungsausschläge in jeder Bewegungsphase unter Vermeidung eines festen Nullpunktes der Messung.

Abb. 8
Untersuchung eines Schwingungsvorganges andrer Frequenz mit falscher und richtiger Einstellung der Steuerscheibe. Falsches Ergebnis (P und P'), wenn das vorherige Abtasten nach Abb. 6 nicht vorgenommen wurde, und richtiges Ergebnis (Abstand PP'').

beobachtete Körper in den bezeichneten Stellungen seiner Bewegung sichtbar (zweite Reihe), und da sich im Auge mehrere Bilder überdecken, so bieten sich dem Beobachter die in der letzten Reihe angegebenen Bilder P, P', P'' dar. Zur Vereinfachung der Darstellung sind nur Schwingungen einer einzigen Richtung des Koordinatensystems angenommen.

Abb. 5 bis 7 sollen vor allem zeigen, daß die optische Beobachtung mit zwei Steuermitteln die Möglichkeit gibt, von einem Nullpunkt der Messung loszukommen. Das ist für die praktische Messung von großem Vorteil. Es würde hier zu weit führen, auf Einzelheiten näher einzugehen, und es sei nur angedeutet, daß auf diese Weise Schwierigkeiten in bezug auf die Einhaltung des genauen Synchronismus oder bei ungenügender Standsicherheit des Meßgerätes ausgeschaltet werden.

Bisher war nur von der Beobachtung der Schwingung eines Punktes in einer oder zwei sich überdeckenden, ganz bestimmten Stellungen die Rede. Aber der gesamte Verlauf der Schwingung mit ihren Knotenpunkten und Elongationen ist wichtig. Um diese Beobachtung zu ermöglichen, kann man ein Ausgleichgetriebe zwischen Gegenstand und Meßgerät nach Abb. 9 schalten und durch Verdrehen der Scheibe D mit der Hand oder maschinell den gesamten Verlauf der Schwingung sichtbar machen oder auf der photographischen Platte festhalten.

Abb. 8 zeigt einen der Fälle, wo Täuschungen möglich sind, wenn man nicht mit Hilfe des Ausgleichgetriebes und durch Verstellen des Winkels α und entsprechendes Abtasten des ganzen Umfanges die Möglichkeit hätte, nach dem aus Abb. 6 ersichtlichen Verfahren zunächst eine Differentialkurve aufzustellen, die die Anzahl der Knotenpunkte und die Amplituden und damit die Frequenz der vorliegenden Schwingung erkennen läßt. Beobachtet man z. B. durch ein Stroboskop, dessen Steuerscheibe aus einer zylindrischen Walze mit Schlitzen besteht, und bei dem man durch die Schlitze senkrecht zur Drehachse hindurchsieht, so sieht man infolge der höheren Frequenz nach Abb. 8 einen einzigen ruhenden Punkt (P und P' überdeckt). Man würde also annehmen, daß keine Schwingung vorliegt; diese Art der Beobachtung ist aber für die Messung von Schwingungen nicht brauchbar.

Bei der Beobachtung von Fundamentschwingungen, Biegeschwingungen von Wellen u. dergl. ergibt sich im allgemeinen ein Bild nach Abb. 10, wenn auf dem beobachteten Gegenstand ein Punkt gekennzeichnet ist. Die

Abb. 10 Schwingungsellipse einer Biegeschwingung, wie sie bei Benutzung des Differentialgetriebes dem Beobachter erscheint.

erhaltene Schwingungsellipse bestimmt durch die Lage ihrer Hauptachse die Hauptrichtung der Schwingungen und ermöglicht gegebenenfalls, die Schwingungen in solche in Richtung der X-Achse und der Y-Achse zu zerlegen.

Insbesondre läßt ein Meßgerät, das nach den angegebenen Grundsätzen aufgeführt ist, auch die optische Beobachtung von Drehschwingungen zu. Der einzige Unterschied besteht darin, daß man senkrecht zur Wellenachse beobachten und daß man zwei um 180° gegeneinander versetzte Marken anbringen muß, Abb. 11. Da sich die Steuerscheibe des Meßgeräts gleichförmig bewegen muß, so muß man sie in diesem Fall gesondert mittels eines Gleichstrommotors antreiben, der aus einer Batterie gespeist wird.

Der zu beobachtende Punkt kann durch je eine Marke P, Abb. 11, an zwei um 180° versetzten Stellen der Welle angezeichnet werden. Da die Ausschläge der Welle in tangentialer Richtung liegen, ist es vorteilhaft, als Maßstab eine Strecke m als Meßstrecke anzuzeichnen. Dem Beobachter erscheint dann das Bild der durch die Drehschwingungen verzerrten Welle in der Stellung AA' und gleichzeitig in der Stellung BB', so daß er das Bild P_1 sieht und damit den Abstand 2a, den doppelten Ausschlag der Schwingung, ablesen kann.

Abb. 11. Optische Messung von Torsionsschwingungen
K Knotenpunkt der Torsionsschwingung

Eine beliebig starke Vergrößerung kann man durch Einschalten geeigneter Linsen erreichen; die Ausbildung des Gerätes in der Art einer Spiegelreflexkamera ermöglicht, die Schwingungen auf der Mattscheibe zu beobachten. Damit entfällt auch der Einwand gegen die optische Messung, man könne erst nach dem Entwickeln und Fixieren feststellen, ob die Messung gelungen ist. [M 229]

Hochdruckdampf-Kraftomnibus mit Kondensation[1]

Eine bemerkenswerte Bauart eines schweren Dampfkraftwagens für Omnibusse hat die Steam Appliance Corp. of America, Cleveland, nach der Bauart Rotobaker entwickelt. Mehrere solche Kraftomnibusse sind bereits im Betrieb. Der Wasserrohrkessel besteht aus 16 untereinander austauschbaren und leicht auswechselbaren Teilen. Über einer Verbrennungskammer, deren Wände durch Wasserrohre gebildet werden, liegen mehrere Schrägrohrbündel, die in obere Wasserkammern einmünden. Auch die Schrägrohrbündel werden durch senkrechte Wasserrohre eingefaßt. Die Außenwände des Kessels sind einzelne gepreßte Leichtmetallbleche, die in ein gegossenes Traggerüst eingesetzt sind. Auch die Kesseldecke ist ein Gußstück aus Leichtmetall. Die Speisung des Kessels erfolgt vollkommen selbsttätig. Aus dem Vorratbehälter fördert eine kleine, elektrisch betriebene Kreiselpumpe, die ein umsteuerbarer Motor mit 1750 Uml./min antreibt, das Wasser in einen Zwischenbehälter. Sobald das Wasser eine bestimmte Höhe erreicht, schließt ein Hochdruckschwimmer einen Stromkreis, wodurch ein Ventil Hochdruckdampf aus dem Kessel in den Zwischenbehälter strömen läßt, bis Druckausgleich eingetreten ist. Dann wird die Wasserpumpe umgesteuert und fördert das Speisewasser aus dem Zwischenbehälter in den Kessel, wobei wegen des Druckausgleiches nur der Reibungsverlust in der Rohrleitung zu überwinden ist. Der ganze Kreislauf erfordert bei voller Leistung 20 s. Die richtige Wirkung der Speiseanlage wird durch ein zweites Schwimmerventil überwacht.

Um die ganze Anlage in Betrieb zu setzen, schaltet der Führer am Gerätebrett einen Schalter ein. Dadurch wird der leere Kessel bis auf den normalen Wasserstand gefüllt; hier wird die Speisung selbsttätig unterbrochen, bis durch Dampfabgabe ein Nachspeisen erforderlich wird, worauf der Wasserstand selbsttätig eingehalten wird. Während sich der Kessel füllt, schaltet der Führer die Zündung für den Ölbrenner ein. Die Flamme entzündet sich jedoch selbsttätig erst dann, wenn der richtige Wasserstand im Kessel erreicht ist. Für das Anfahren genügende Dampflieferung setzt, alles zusammengerechnet, vier bis fünf Minuten nach dem Einschalten ein.

Die Verbrennungsluft liefert ein elektrischer Ventilator, der mit zwei Geschwindigkeiten arbeitet. Der Brennstoff wird durch zwei gewöhnliche Pumpen aus dem Vorratbehälter in eine Schwimmerkammer gedrückt; von da fließt er über eine Meßuhr zu einer Zerstäuberdüse, der die Verbrennungsluft durch den Ventilator zugedrückt wird. Das Gemisch wird mittels einer elektrischen Zündkerze entzündet. Der Ventilator für die Verbrennungsluft, die Zerstäuberdüse und der Unterbrecher für die Hochspannungszündung werden von einem gemeinsamen Motor angetrieben, bei dessen Versagen die Feuerung sofort stillgesetzt wird. Mit einem einzigen Handgriff kann man infolgedessen die Feuerung ein- und ausschalten. Der Schalter wird durch das Manometer in der Dampfleitung betätigt, so daß die Feuerung und die Dampferzeugung auf gleichbleibenden Dampfdruck hin geregelt werden. Die beiden Geschwindigkeiten des Ventilators für Verbrennungsluft entsprechen Geschwindigkeiten des Fahrzeuges in der Ebene von 45 und 65/70 km/h.

Die Dampfmaschine liegt unmittelbar hinter dem Kessel, der die Stelle des üblichen Wagenmotors einnimmt, also unmittelbar vor dem Gerätebrett. Die Zylinder sind sternförmig um einen gemeinsamen Kurbelzapfen angeordnet, um den sie sich drehen. Der Auspuffdampf wird in einen Ölabscheider geleitet; dann treibt er eine kleine Turbopumpe und einen Ventilator hinter dem Kühler. Die Turbopumpe pufft in einen Einspritzkondensator aus, in dem der Abdampf durch Frischwasser niedergeschlagen wird. Die Turbopumpe drückt Einspritzwasser aus dem Frischwasserbehälter durch den Kühler in den Einspritzkondensator. Der Wasservorrat beträgt rd. 450 l und soll für eine Fahrt von 3000 bis 4000 km ausreichen. [N 135]

Berlin-Zehlendorf Günther

[1] Railway Age, Motor Transport Section Bd. 81 (1926) S. 1086.

Die Haltekraft von Holzschrauben

Bei Bauten und Maschinenteilen aus Holz ist es oft vorteilhaft, statt durchgehender Schrauben mit Muttern Holzschrauben zu verwenden. Um dabei die Sicherheit des Bauwerkes nicht zu beeinträchtigen, muß man die Haltekraft der Holzschrauben kennen. Zu diesem Zweck hat J. Eckert, Wien, rd. 250 Versuche mit verschiedenen Hölzern und verschiedenen Schrauben ausgeführt. Die Löcher wurden vorgebohrt, der Bohrlochdurchmesser war je nach der Schraubengröße um 0,5 bis 1,5 mm kleiner als der Kerndurchmesser der Schraube. Aus den Mittelwerten der Versuchsergebnisse ist folgende Formel für die Haltekraft H_q in kg bei 100 mm Einschraublänge quer zur Faserrichtung abgeleitet:

$$H_q = (0{,}4\, s\, D + 1{,}5)\, p\,.$$

Darin bedeutet s die Wichte des Holzes in kg/dm³, D den Außendurchmesser der Schraube in mm und p die Druckfestigkeit des Holzes in kg/cm². Die Angaben über die Druckfestigkeit wurden einer umfangreichen Arbeit von Janka[1]) entnommen. Bei den Versuchen zeigte sich, daß die Druckfestigkeit des Holzes und dadurch die Haltekraft der Schrauben um so größer ist, je mehr Jahresringe auf 1 cm Halbmesser die betreffende Holzart hat; leider sind die Versuche hierüber nicht weiter ausgedehnt worden. Die Haltekraft H_l in kg bei 100 mm Einschraublänge in der Längsrichtung der Fasern ist kleiner als H_q. Der Beiwert c in der Formel

$$H_l = c\, H_q$$

beträgt je nach der Holzart 0,7 bis 0,94. Man wird schon aus Sicherheitsgründen mit einem mittleren Beiwert 0,7 rechnen, wenn man die Haltekraft einer Schraube im Hirnholz berechnen will. („Werkstattstechnik“ Bd. 21 (1927) S. 345) [N 604] Pa.

[1]) Dr. H. Janka, „Die Härte der Hölzer“, Wien 1915.

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Abb. 1
Überdruckventil mit Differentialwirkung für Luftkompressoren
a Ventilplatte *c* Kugelventil *e* eingepaßte Platte
b Gehäuse *d* Deckel *f* Scheibe zum Spannen der Feder

Maschinenteile

Differential-Überdruckventil für Luftkompressoren

Die Luftkompressoren der Chicago Pneumatic Tool Co., New York City, erhalten neuerdings Überdruckventile mit Differentialwirkung, Abb. 1[1]), deren eigentlicher Teller eine einfache geschliffene Platte *a* aus rostfreiem Stahl ist. Diese Platte ist sehr genau in die Bohrung des Gehäuses *b* eingepaßt und am Umfang abgerundet, damit sie nicht ecken kann. Das Gehäuse nimmt ferner ein durch Feder belastetes Kugelventil *c* sowie die Anschlüsse an den Kompressor und an den Luftbehälter auf, so daß man das Ventil öffnen und reinigen kann, ohne die Leitungen ausbauen zu müssen.

Erreicht der Druck im Luftbehälter die angenommene Höchstgrenze von z. B. 7 at, so überwindet der Druck auf die untere Seite der Ventilplatte *a* die Spannung der Ventilfeder, und die Luft entweicht unter der Ventilplatte hinweg in den Ringraum unter dem äußeren Rande der Platte. Hier entsteht ein Überdruck, weil die Luft am Rande der Platte nicht ins Gehäuse austreten kann, und unter dem Einfluß dieser Mehrbelastung legt sich die Ventilplatte gegen den Sitz im Deckel *d*. Infolgedessen erfährt das Kugelventil den vollen Behälterdruck, und durch seine Öffnung von 6,35 mm entweicht sehr schnell der Überschuß an Druckluft.

Sobald der Druck auf 6,65 at abgenommen hat und infolgedessen die Drücke auf beiden Seiten der Ventilplatte wieder ins Gleichgewicht gelangt sind, kann Druckluft an der Ventilplatte vorbei in das Deckelgehäuse übertreten, wo von der fest eingepaßten Platte *e* ein neuer Druckraum geschaffen wird.

Dieser Druck führt in Verbindung mit der Wirkung der Ventilfeder die Platte auf ihren früheren Sitz zurück.

Das Überdruckventil wird für Drücke von 3,5 bis zu 35 at ausgeführt. [M 478] H.

[1]) „Power" Bd. 85 (1927) S. 606.

Verbrennungskraftmaschinen

Spektrographische Untersuchung über das Klopfen bei Explosionsmotoren

Auf die Bedeutung der Gasspektren für den Wärmeübergang in Maschinen und insbesondere in Feuerungen ist neuerdings wiederholt hingewiesen worden; der Ausschuß für Wärmeforschung des Vereines deutscher Ingenieure bemüht sich, grundlegende Messungen auf diesem Gebiet in Gang zu bringen. Nun werden bemerkenswerte spektrographische Versuche bekannt, durch die A. Henne und G. L. Clark[1]) Aufschlüsse über den Vorgang des Klopfens bei Explosionsmotoren gewonnen haben. Sie haben, anschließend an Versuche von Clark und Thee[2]) mit ähnlichen, aber verbesserten Einrichtungen Spektren bei der Verbrennung in einem Einzylindermotor (Bauart Delco) mit veränderlicher Verdichtung aufgenommen, wenn er ordnungsmäßig arbeitete, klopfte oder wenn das Klopfen durch Klopfschutzmittel unterdrückt wurde.

Der Motor trieb unmittelbar einen elektrischen Stromerzeuger auf der gleichen Welle und konnte durch diesen veränderlich belastet werden. In die Zylinderwand wa ein Quarzglasfenster eingelassen, durch das die Verbre nung beobachtet wurde. Die Temperatur des Zylinde wurde durch einen Luftstrom von veränderlicher Geschwi digkeit geregelt. Das Klopfen wurde mittels eines I dikators, Bauart Midgley und Boyd[3]), beobachtet. U endlich irgendeinen Teil der Verbrennung photographiere zu können, wurde ein verstellbarer Momentverschluß a der Motorwelle angeordnet, so daß man während eines seh kurzen Teiles der Verbrennung mehrere Stunden lang b jedem Arbeitshub exponieren konnte. Bei spektrographische Arbeiten braucht man nämlich, wie bekannt, sehr lange B lichtungen. Gearbeitet wurde mit einem Quarzprisma-Spektr graphen; die Untersuchung wurde auf das ultraviolette G biet beschränkt.

Die Versuche zeigten nun bei ordnungsmäßig arbeite dem Motor und bei Belichtung während der ganzen Daue der Verbrennung ein Spektrum vom sichtbaren Gebiet bi zur Wellenlänge 3400 Å. E. (Ångström-Einheiten vo 10^{-7} mm), bei Überlastung mit Einsetzen des Klopfens ein Verlängerung des Spektrums ins Ultraviolette bis 2360 Å. E und Auftauchen der zwei Wasserdampfspektren bei 3064 un 2811 Å. E. Teilaufnahmen, die sich je über ein Viertel de Verbrennungsdauer erstreckten, ergaben bei der Nenn leistung immer nahezu das gleiche Spektrum und gleich Intensität und zeigen nur die Spektrallinien der Metalle die in den Zündkerzen enthalten waren. Beim Klopfen abe trat im ersten Viertel der Verbrennung ein sehr kräftige und weit ins Ultraviolett (bis zu 2360 Å. E.) verlängerte Spektrum auf, wobei nur die Wasserdampfbanden mi Sicherheit festgestellt werden konnten. Im zweiten Vierte der Explosion war das Spektrum viel schwächer und kürze (untere Grenze 3064 Å. E.) und enthielt scharfe Linien de Metalle der Zündkerzen. Im dritten und im letzten Viertel unterschied es sich kaum von dem Spektrum für Nennleistung. Fügte man ein das Klopfen unterdrückendes Mittel dem Brennstoff bei, so beobachtete man auch bei Überlast in den vier Vierteln der Verbrennungsdauer stets das gleiche Spektrum wie bei Nennleistung, gleichviel ob Bleitetra-Äthyl, Jod, Anilin oder eine Äthylen-Kohlenstoffverbindung als Klopfschutzmittel verwandt wurde. Bemerkenswert war nur, daß die Linien des Bleispektrums nur im ersten Viertel der Verbrennung erschienen.

Die beiden Forscher ziehen aus ihren Beobachtungen die folgenden Schlüsse: 1. Das Klopfen beruht auf einer gewaltsamen Freigabe von Energie, die im ersten Viertel der Dauer der Verbrennung fast völlig beendet ist. 2. Die Mittel gegen das Klopfen regeln die Verbrennung so, daß sie sich gleichmäßig auf die ganze Dauer verteilt wie bei ordnungsmäßigem Arbeiten des Motors. 3. Daß die Bleilinien in dem ersten Viertel der Verbrennung allein erscheinen, deutet darauf hin, daß sich die Wirkung der Katalysatoren auf den Beginn der Reaktion beschränkt. Warum die verschiedenen Arten von Mitteln gegen das Klopfen gleich wirken, bleibt unerklärt.
[N 468] M. J.

[1]) „Comptes rendus" Bd. 184 (1927) S. 26.
[2]) „Industr. and Engineer. Chemistry" Bd. 18 (1926) S. 528.

[3]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 158.

Werkzeugmaschinen

14000-t-Schmiedepresse

Bei der Konstruktion einer der größten durch Dampf und Druckwasser angetriebenen Schmiedepresse, die das amerikanische Marineministerium während des Krieges zum Schmieden und Biegen von Panzerplatten und zum Schmieden größter Kanonenrohre herstellen ließ, war die Bedingung maßgebend, daß man sie vielseitig verwenden und doch möglichst wirtschaftlich arbeiten konnte.

Zum Schmieden und Biegen von Panzerplatten ist eine gewisse große lichte Weite zwischen den Säulen erforderlich, verhältnismäßig kleiner Einzelhub, aber größter Druck. Das Schmieden von Kanonenrohren dagegen erfordert eine große lichte Höhe, geringeren und wechselnden Preßdruck und Einzelhub, aber großen Gesamthub, und eine in weiten Grenzen zulässige Verstellung des beweglichen Preßquerbalkens mit dem Preßbär, um die Höhenlage in der Presse im ganzen Bereich ausnutzen zu können, wie das die verschiedenen vorkommenden Arbeiten beim Schmieden von Kanonenrohren bedingen.

Die vier Tragsäulen sind daher von Mitte zu Mitte 2590 mm in der Quer- und 5790 mm in der Längsrichtung

voneinander entfernt, ihre größte lichte Höhe zwischen dem untern feststehenden Preßtisch und dem beweglichen Preßquerbalken beträgt 5485 mm. Der Gesamthub, d. h. die größte Verstellung des beweglichen Preßquerbalkens mit dem Preßbär beträgt 2285 mm.

Die Presse wird durch drei Dampf-Druckwasser-Treibsätze betrieben, deren Dampfkolben 1930 mm Dmr. haben; die Dampfspannung beträgt 14 at. Die verlängerten Kolbenstangen arbeiten in Druckwasserzylindern und sind so bemessen, daß sie einen Wasserdruck von 475 at erzeugen. Die Druckwasserzylinder von gleichem Durchmesser sind mit den drei Arbeitzylindern des oben auf den vier Säulen befestigten Querbalkens verbunden; die drei Arbeitzylinder erhalten gleichen Druck, so daß der höchste Preßdruck 14 000 t beträgt. Ebenso können auch die zwei Seitenzylinder, oder auch nur der mittlere Arbeitzylinder allein Druck erhalten. Im gleichen Verhältnis wie die Drücke können auch die Hübe der Presse verändert werden. Wird z. B. das Druckwasser der drei Treibsätze gleichzeitig auf die drei Arbeitskolben geleitet, so ergibt sich ein Einzelpreßhub von 178 mm, bei allen drei Treibsätzen auf zwei Arbeitskolben ein Hub von 266,5 mm und bei allen drei Treibsätzen auf nur einen Arbeitskolben 533 mm Hub.

Die vier Säulen der Presse haben je 16,55 m Länge und 762 mm Außendurchmesser. Zur Feststellung etwaiger Werkstoffehler hat man durch die Säule ein in der ganzen Länge durchgehendes Loch von 150 mm Dmr. gebohrt. Das unter Hochdruck stehende Ventilgehäuse zwischen den Treibsätzen und den Zylindern der Arbeitskolben ist aus einem Schmiedestahlblock von 1525 × 940 × 1065 mm³ hergestellt. Die unter Hochdruck stehenden Verbindungsrohre von 203 mm l. W. und 303 mm Außendurchmesser sind ebenfalls aus vollen Schmiedestahlstücken gedreht und gebohrt, wodurch genügende Sicherheit gegen den hohen Innendruck und die unvermeidlich auftretenden Stöße erreicht wird.

Zur Bedienung der Rückzüge des beweglichen Preßdruckbalkens, zur Amboßverschiebung und zur Betätigung der Hubvorrichtung der beiden elektrisch betriebenen Schmiedekrane mit 250 t Tragkraft ist eine Druckwasser-Akkumulatoranlage mit einem Wasserdruck von 175 at eingebaut. Die gesamte Preßanlage mit Ausschluß von Amboß und Preßeinsatz wiegt 3288 t. [N 220]

Köln-Mülheim Friederici

Schiffs- und Seewesen

Der Rove-Schiffahrtstunnel des Marseille-Rhonekanales

Am 25. April d. J. ist als erster und bemerkenswertester Teil des im Bau befindlichen Verbindungskanales von der Rhone bei Arles nach Marseille der Rove-Schiffahrtstunnel, Abb. 2, eingeweiht worden[1]).

Der Ausführungsentwurf für diesen Kanal — die ersten Pläne stammen schon aus dem Jahr 1839 — wurde von der 1904 eigens für dieses Bauwerk eingerichteten Dienststelle ausgearbeitet. Eine Änderung brachte nur noch das Gesetz vom 24. Oktober 1919, das den Ausbau des Kanales zwischen Port de Bouc und Martigues für Seeschiffe vorsah, Abb. 3. Danach sollte längs dieser Kanalstrecke ein Nebenhafen zu Marseille geschaffen werden. Gleichzeitig wollte man das Becken von Berre mit rd. 15 000 ha Wasserfläche, wovon 6000 ha 8 m Wassertiefe aufweisen, als Schutzhafen für Seeschiffe benutzen.

[1]) Vergl. Z. Bd. 60 (1916) S. 497, Annales des Ponts et Chaussées Bd. 93 (1923) S. 125, „Le Génie Civil" Bd. 83 (1923) S. 217 und Bd. 90 (1927) S. 401.

Abb. 2
Rovetunnel während des Auffüllens

Dadurch hat der Rovetunnel eine erweiterte Bedeutung erlangt. Die Wassertiefe wurde von ursprünglich 3 m auf 4 m gebracht; denn der voraussichtlich lebhafte Güterverkehr zwischen den beiden Häfen wird große Kähne mit 3 m Tiefgang erfordern, und außerdem ist nach den Erfahrungen im Suezkanal infolge der bei der Durchfahrt auftretenden Wasserspiegelabsenkung in engen Kanälen mit einem beträchtlichen Tiefertauchen zu rechnen.

Die Gesamtlänge des Kanals einschließlich der 5 km langen Küstenstrecke vom südlichen Tunnelende bis zum Anfange des Marseiller Hafens, die durch Steindämme geschützt ist, beträgt 82 km, Abb. 3. Der Querschnitt des jetzigen Kanales zwischen Arles und Port de Bouc wird erweitert für 600 t-Rhonekähne (rd. 60 m lang, 8 m breit bei 1,75 m Tiefgang) auf 23 m Sohlenbreite und 2,5 m Wassertiefe bei Niedrigwasser, Abb. 4. Der Wasserspiegel liegt auf der ganzen Strecke in Meereshöhe, so daß als Übergang zur

Abb. 4
Querschnitt des Kanals zwischen Arles und Port de Bouc

Abb. 3
Lageplan der Kanäle von Marseille zur Rhone

Abb. 5 und **6**
Querschnitte des Rovetunnels

Abb. 7 Querschnitte bestehender Tunnelbauten

Abb. 8 Bauweise des Rovetunnels. Die Buchstaben *a* bis *h* bezeichnen den Fortgang der Ausbrucharbeiten

Rhone bei Arles eine Schleuse von 160 m Länge und 16 m Breite erforderlich ist.

Der 7266 m lange Tunnel, dessen Bau 1911 begonnen wurde, ist je nach der Art des Gesteines im Querschnitt nach Abb. 5 oder 6 ausgebaut. Von den jetzt bestehenden Tunnelbauten hat er weitaus den größten Querschnitt, Abb. 7. Die ausgeschachtete Fläche beträgt 300 bis 320 m², je nach der Dicke des Mauerwerkes, die zwischen 0,6 und 1,95 m liegt. Infolgedessen ist eine besondere Bauweise angewandt worden, indem zunächst bei *a*, *b* und *c*, Abb. 8, drei Stollen vorgestoßen wurden, von denen *a* Richtstollen war. Quergänge in je 100 m Abstand dienten zum Entfernen des Gesteins aus dem oberen Stollen.

Danach erweiterte man den oberen Stollen bei *d* und errichtete gleichzeitig die unteren Gewölbeteile *e*. Bei der großen Tunnelbreite durfte man zum Ausmauern des Gewölbes den ganzen Querschnitt nur in schmalen Abschnitten von höchstens 6 m Breite, in der Tunnelachse gemessen, freilegen. Man fing deshalb gleichzeitig an mehreren Stellen mit dem Ausmauern an und ging dabei jeweils von den Quergängen aus, entfernte die Teile *f*, Abb. 8, und errichtete in jedem Abschnitt bis zu fünf Lehrgerüste mit 1,5 m Zwischenraum. Der Mittelteil *h* diente zum Abstützen der Lehrgerüste. Das Gewölbe ist fast überall bis zum Fels voll ausgemauert, und da die Abschnitte je für sich fertiggestellt wurden, besteht das Gewölbe aus einzelne[n] nicht verbundenen Ringen, s. a. Abb. 2.

Im Anschluß an die Fertigstellung des Gewölbes wu[r]den die noch stehengebliebenen Felsmassen bei *h* entfern[t], die Seitenteile der Leinpfade ausgemauert und, soweit e[r]forderlich, die Sohle betoniert.

Einen Eindruck von den beträchtlichen Abmessunge[n] dieses Baues vermitteln folgende Zahlen: Im ganzen wurde 2 500 000 m³ Fels ausgesprengt; das Gewölbe umfa[ßt] 250 000 m³ und die Seitenwände des Kanalbeckens erforde[r]ten 100 000 m³ Mauerwerk; 35 000 m³ Beton sind für di[e] Sohle und 12 000 m³ für die Leinpfade gebraucht worde[n]. An Dynamit wurden 1300 t verbraucht, und der Gesamtkraft[-]bedarf für Pumpen und Kompressoren betrug 100 Mill. PS[h]. Für den Tunnel allein wurden die Gesamtkosten zu Begin[n] der Arbeiten auf 46 Mill. Fr geschätzt. Die tatsächliche[n] Baukosten liefern wegen der Inflation keinen Vergleichs[-]wert.

Mit dem Rovetunnel ist der wichtigste Teil des Schiff[-]fahrtsweges Rhone – Marseille fertiggestellt. Der Ausba[u] des Kanales zwischen Port de Bouc und Martigues für See[-]schiffe erfordert noch etwa zwei bis drei Jahre, bis dahi[n] benutzen die Kähne den alten Kanal. Hingegen muß da[s] Ausbaggern der übrigen Kanalstrecke bis Arles der hohe[n] Kosten wegen über viele Jahre verteilt werden. Einstweile[n] ist daher noch die Flußstrecke bis St. Louis du Rhone z[u] benutzen, von wo aus die Überfahrt nach Bouc durch di[e] Bucht von Fos nur wenige Stunden erfordert.

[M 538] Ls.

Der Weltschiffbau

Während vor dem Krieg als Folge der allgemeine[n] Wirtschaftslage in den verschiedenen Ländern die Beschäf[-]tigung der Werften nahezu gleichzeitig und in ziemlic[h] gleichmäßigen Zeiträumen zu- und abnahm, sind die Zeite[n] höchster Bautätigkeit in den wichtigsten Ländern seit 191[4] verschieden eingetreten, Abb. 9 und 10. Erst in der letzte[n] Zeit greift die Zunahme der Bautätigkeit, die in Abb. [9] und 10 für Italien, die Vereinigten Staaten von Amerika Frankreich und Holland bereits zu erkennen ist, auch au[f] England und Deutschland über, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1
Im Bau befindliche Schiffe nach Lloyds Register

	31. März 1926		31. Dez. 1926		31. März 1927	
	Zahl	Raumgehalt B.-R.-T.	Zahl	Raumgehalt B.-R.-T.	Zahl	Raumgehalt B.-R.-T.
England . .	218	843 070	168	760 084	297	1 216 932
Deutschland	49	216 871	52	211 062	79	350 933

Abb. 9
Raumgehalt der von 1910 bis 1926 in den verschiedenen Ländern vom Stapel gelassenen Handelsschiffe über 100 B.-R.-T.

Abb. 10
Anteil der verschiedenen Länder am Weltschiffbau in den Jahren 1910 bis 1926 bezogen auf die gesamten Neubauten

Zahlentafel 2

Raumgehalt in B.-R.-T. der in den verschiedenen Ländern vom Stapel gelassenen Handelsschiffe über 100 t in den Jahren 1913, 24, 25, 26 (nach Lloyds Register)[1])

Jahr	Gr.-Britannien Irland Kolonien	Vereinigte Staaten einschl. Seen	Deutschland	Frankreich	Italien	Japan	Holland	Dänemark	Schweden	Norwegen	Andere Länder	Im ganzen
1913	1 980 492	276 448	465 226	176 095	50 356	57 755	104 296	40 932	18 524	50 637	43 455	3 332 882
1924	1 484 764	139 463	193 954	79 685	82 526	72 757	63 627	63 937	31 211	25 139	10 690	2 247 751
1925	1 130 711	128 776	418 048	75 569	142 046	55 785	78 823	73 268	53 750	28 805	7 824	2 193 404
1926	673 246	150 613	180 548	121 342	220 021	52 405	93 671	72 108	53 518	9 237	48 268	1 674 977

[1]) „Engineering" Bd. 73 (1927) S. 245.

Die Linie für England in Abb. 9 zeigt Spitzen für die Jahre 1920 und 1924, danach ging der englische Schiffbau wieder sehr zurück; er wurde im vorigen Jahre durch den unerwartet lange anhaltenden Bergarbeiterstreik sehr ungünstig beeinflußt.

Die deutschen Werften, deren Leistungsfähigkeit auf rd. 700 000 B.-R.-T. Raumgehalt im Jahre geschätzt wird, waren 1922 und 1925 noch verhältnismäßig am besten beschäftigt. Auch bei ihnen war die Beschäftigung im Jahre 1926 sehr schlecht, sie hat sich in der letzten Zeit, vor allem durch die großen Neubauaufträge des Norddeutschen Lloyd und der Hamburg-Amerika-Linie, bedeutend gehoben. Der Norddeutsche Lloyd hat im ganzen über 160 000 B.-R.-T., darunter die zwei Schnelldampfer „Bremen" und „Europa" von je 46 000 B.-R.-T. Raumgehalt und 250 m Länge in Bau gegeben. Die Aufträge der Hamburg-Amerika-Linie gehen mit rd. 180 000 B.-R.-T. Raumgehalt darüber noch hinaus.

Die größte Zunahme der Schiffbautätigkeit zeigt in Abb. 9 und 10 Italien, das verschiedene große Fahrgast-Motorschiffe im Bau hat. Die Vereinigten Staaten von Amerika, deren Anteil am Weltschiffbau in den Jahren 1918 und 1919 über die Hälfte hinausging, sind heute damit beschäftigt, den Schiffsbetrieb bei einem Teil ihrer brachliegenden Schiffe durch Einbau von Dieselmotoren wirtschaftlicher zu gestalten. Beim Umbau einiger Schnelldampfer, die früher dem Norddeutschen Lloyd gehörten, erwägt man — wohl mit Rücksicht auf die großen elektrotechnischen Firmen im Lande — den Einbau von dieselelektrischem Antrieb, der auch in andern Ländern erprobt, aber bisher nicht eingeführt worden ist.

Das größte Schiff des Jahres 1926 ist das Fahrgastschiff „Ile de France"[2]) von 43 500 B.-R.-T. Raumgehalt, das Frankreich baut. Einen Vergleich der Bautätigkeit in den letzten Jahren mit der im letzten Vorkriegsjahr enthält Zahlentafel 2. [M 209]

Berlin-Steglitz — Dipl.-Ing. E. Sachs

[2]) Vergl. S. 1004 dieses Heftes.

Luftfahrt

Amerikanisches Starrluftschiff von 184000 m³ Inhalt

Das Marinedepartement hat für den Bau von zwei neuen Großluftschiffen Entwürfe vorbereitet und Versuche zur Ermittlung der besten Form eingeleitet[1]). Hiernach würde sich eine Länge von rd. 238 m und rd. 41 m Dmr. bei 184 000 m³ Inhalt ergeben. Das Verhältnis der Länge zum Durchmesser ist wesentlich kleiner als bei „Shenandoah" (207,3 : 24,1) und „Los Angeles" (200,5 : 27,7), jedoch etwas größer als für die beiden neuen englischen Luftschiffe (222,5:39,6), deren Inhalt um 42 500 m³ kleiner ist. Bei einem Durchmesserverhältnis zwischen 5 und 6 lieferten die amerikanischen Versuche die besten Ergebnisse bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Luftwiderstandes und der Baugewichtersparnis. Wird das Verhältnis kleiner als 5, dann nimmt das Baugewicht erheblich zu. Prof. Hovgaard empfiehlt in seinem Bericht über den Unfall der „Shenandoah" stets unter 8,6 zu gehen. Wenn der Luftwiderstand allein maßgebend sei, könne noch 4,5 gewählt werden. Ferner stellte sich heraus, daß ein zylindrisches Mittelschiff nachteilig in bezug auf den Luftwiderstand sei. Kurze Schiffe von größerem Durchmesser sind weniger dem Einfluß von Windstößen unterworfen, und bei nahezu gleichem Luftwiderstand wächst das Widerstandsmoment des Querschnittes erheblich mit der Zunahme des Durchmessers. Immerhin erfordert die Kursstetigkeit in wagerechter und senkrechter Richtung ein schlankeres Schiff als die Berücksichtigung von Luftwiderstand und Baugewicht allein.

[1]) Vergl. „Engineering" Bd. 73 (1927) S. 503

Aus den Bedingungen für die bis zum 16. Mai d. J. dem Marinedepartement einzureichenden Angebote nur amerikanischer Firmen ist bemerkenswert, daß diese Luftschiffe bestimmt sind, vom Meer aus aufzusteigen. Sie werden mit Maschinengewehren bewaffnet; Vorrichtungen zum Mitnehmen, Ablassen und Aufnehmen von Flugzeugen während der Fahrt sind vorzusehen.

Als Füllung ist Heliumgas vorgeschrieben, jedoch soll auch möglich sein, Wasserstoffgas allein oder beide zusammen zu verwenden. Das Luftschiff ist in zwölf gasdichte Zellen eingeteilt, und für jede Zelle muß mindestens ein selbsttätiges Ventil angeordnet werden. Weitere Handventile, die insgesamt 1840 m³/min durchlassen, sind vorzusehen.

Vorgeschrieben sind 130 km/h Höchstgeschwindigkeit und im Mittel 93 km/h bei 12 000 km Fahrstrecke. Die Zahl der Motoren soll mindestens vier, höchstens zwölf betragen, wobei höchstens zwei in unmittelbarer Nähe voneinander anzuordnen sind. Dabei sollen sie nicht mehr in besonderen Motorgondeln angeordnet, sondern ins Innere des Schiffes verlegt werden; die Schrauben sind dabei über Zwischengetriebe anzutreiben. Besondere Motoren mit Hubschrauben werden zur Unterstützung der Aufstieg- und Landungsmanöver gefordert. Vorgeschrieben ist eine Anlage zum Erzeugen von Wasserballast aus den Verbrennungsgasen ähnlich derjenigen, die bei „Los Angeles" eingebaut ist und sich bewährt haben soll, um die Verluste infolge Ablassens von Heliumgas zum Ausgleich der Abnahme des Brennstoffgewichtes zu vermeiden. Die Unterkunfträume müssen für zehn Offizieren und 32 Mannschaften bemessen werden. Die Funkanlage für 4500 km Reichweite darf nicht mehr als 227 kg wiegen.

Einige Punkte erscheinen dem Marinedepartement besonders erwünscht: Durchbildung einer lösbaren, selbst schwimmfähigen Kommandozelle, Dämpfung des Motorengeräusches, Heizung der Wohnräume, Frostschutz für Brennstoff- und Schmierölleitungen, Anordnung einer photographischen Werkstätte und Verwendung eines geeigneten Gases als Brennstoff. Beim Entwurf sollen diese Punkte besonders beachtet werden; die Ausführung der Vorschläge bleibt jedoch vorbehalten.

Eigenartig ist die Bewertung der Einsendungen durch das Marinedepartement mit höchstens insgesamt 100 Punkten für 15 Gruppen. 1. Verhältnis von Gasinhalt zu Reingewicht und 2. Betriebsicherheit bei Höchstleistung und bei 93 km/h werden mit höchstens 15 Punkten bewertet. Mit bis zu zehn Punkten wird 3. Geschwindigkeit in rd. 900 m Höhe ausgezeichnet. Höchstens fünf Punkte werden erteilt für 4. Verhältnis von Gasinhalt zur Verdrängung, 5. Sicherheitsgrad bei voller Belastung und leer, mindestens 2,5, 6. Sicherheitsgrad bei besonders schweren Beanspruchungen, mindestens 2, 7. Betriebsicherheit der Motorenanlage und bequeme Wartung während der Fahrt, 8. Zugänglichkeit der Verbände und Gaszellen auf der Fahrt, 9. geringes Gewicht und leichte Ausbesserbarkeit, 10. Teilung des Gasinhaltes, 11. Gasersparnis im Leckfall und beim Manövrieren, 12. bequeme Handhabung auf der Fahrt, 13. leichtes Vertäuen, Landen und leichte Handhabung am Boden, 14. Schutz gegen Feuer und Unfälle, 15. Durchbildung der Einzelheiten.

Es wird schwer sein, mehrere dieser Gesichtspunkte ohne Erprobung der ausgeführten Schiffe richtig zu bewerten, und das Ergebnis dieser erstmaligen öffentlichen Ausschreibung von Luftschiffen dürfte bemerkenswert sein.

[N 474] — Ls.

Kleine Mitteilungen

Fernheizwerk in Forst (Lausitz)

Auf Grund genauer Berechnungen der Anlage- und Betriebskosten hat sich die Stadt Forst entschlossen, ein Fernheizwerk zu bauen, um die zahlreichen kleineren Tuchfabriken, die sämtlich nur veraltete Dampfkesselanlagen haben, in wirtschaftlich richtiger Weise mit Dampf zu beliefern. Zunächst sollen nur die unmittelbar neben dem Elektrizitätswerk liegenden Betriebe, nämlich 24 Tuchfabriken und drei öffentliche Gebäude, vom Fernheizwerk versorgt werden.

Nach den Messungen beträgt der Dampfverbrauch 25 bis 30 t/h. Bei vollem Ausbau des Fernleitungsnetzes für das ganze Stadtgebiet und bei Anschluß aller Tuchfabriken (etwa 100) muß man mit rd. 150 t/h rechnen.

Der Dampf wird jetzt mit 6 at Anfangsdruck ins Rohrnetz geschickt und dem Abnehmer mit etwa 5 at geliefert. Da in den Färbereien das Kondensat meist nicht wiedergewonnen wird und da die Kondensatrohre auch in den Kanälen schnell zerfressen werden, soll von der Kondensatrückführung abgesehen werden. Die Rohre werden in Eisenbetonkanälen, die meist im Fahrdamm der Straße eingebettet werden, verlegt.

Vorläufig wird von der Kesselanlage des Elektrizitätswerkes Frischdampf abgegeben, damit die Anlagekosten anfangs möglichst niedrig gehalten werden. Bei günstiger Anschlußentwicklung sollen eine Hochdruckkesselanlage und eine Anzapfturbine für 37 at Betriebsdruck aufgestellt werden. [N 613 a] Pt.

Neue elektrische Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen

Die steigenden Anforderungen an die Triebfahrzeuge der Schweizerischen Bundesbahnen machten es notwendig, neben den elektrischen 2 AAA 1-Lokomotiven noch leistungsfähigere Maschinen in Dienst zu stellen. Die Entscheidung fiel auf die Bauart mit der Achsfolge 2 AAAA 1, die für Talstrecken und zur Beförderung schwerer Züge mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h bestimmt ist. Diese Lokomotive ist mit vier Einphasenwechselstrom-Triebmotoren von je 710 PS_e Stunden- und 620 PS_e Dauerleistung ausgerüstet. Die Fahrgeschwindigkeit ohne Rücksicht auf Radschlupf beträgt 65 km/h, das Dienstgewicht 117 t.

Der Rahmen besteht aus zwei durchgehenden 28 mm dicken Blechen, die durch Stoßbalken und zahlreiche Querbleche sowie Querverbindungen an den Abstützungen des Drehgestelles und der Laufachse miteinander versteift sind. Auf der linken Außenseite des Rahmens ist der aus Stahlguß in einem Stück hergestellte Außenrahmen zur Aufnahme der Triebzahnräder befestigt. Jede der vier Treibachsen wird durch einen über der Achse im Rahmen festgelagerten Motor angetrieben. Eine einfache Zahnradübersetzung mit gefedertem Ritzel überträgt das Drehmoment der Motorwelle auf das Triebzahnrad. Die mittleren Treibachsen haben 10 mm seitliches Spiel. Das Drehgestell hat 2,2 m Radstand und Kugellagerung des Stützzapfens mit beiderseitigem Spiel der Drehpfanne von 150 mm; die Laufachse ist als Bisselachse mit 95 mm Spiel ausgebildet. Eine einzelne Lokomotive dieser Reihe ist versuchsweise mit einem besonderen Drehgestell versehen, worin die letzte Treibachse und die als Adamachse ausgebildete Laufachse gelagert sind. Die Drehbewegung des Gestelles um den 300 mm vor der Treibachse liegenden Drehpunkt ist derart begrenzt, daß der Seitenausschlag, über der Laufachse gemessen, nur 50 mm beträgt. Die Verschiebung der Adamachse im Drehgestell soll erst beim Fahren durch Krümmungen mit weniger als 250 m eintreten, wenn die Auslenkung des ganzen Gestelles nicht mehr ausreicht. Die Anordnung dieses Drehgestelles bezweckt eine geringere Abnutzung der Spurkränze der Treibachsen und guten Lauf der Lokomotive in Krümmungen. („Schweizerische Bauzeitung“ 25. Juni 1927 S. 341*)
[N 613 b] Krs.

Neuere Diesel-elektrische Lokomotiven

Die Firma Beardmore & Co. hat zur Zeit einige 12-Zylinder-Dieselmotoren der V-Bauart im Bau, die 1200 PS bei 750 Uml./min leisten sollen und für den Antrieb von Diesellokomotiven der Canadian National Railways bestimmt sind. Die Motoren können bis zu 1500 PS bei 900 Uml./min leisten und sollen jeder bei rd. 5,5 m Gesamtlänge etwa 10 t wiegen. Eine andre Lokomotive dieser Art, deren Achtzylinder-Reihenmotor bis zu 1000 PS bei 900 Uml./min leistet, ist fü Güterzüge bestimmt und soll imstande sein, in der Eben mit 1750 t schwerem Zuge bis zu 40 km/h Geschwindigkei zu erreichen. Die größte Zugkraft an den Radumfänger soll 19 t betragen. Der mit der Lokomotive gekuppelte Stromerzeuger hat Verbundwicklung und Fremderregung so daß seine Spannung sehr einfach je nach dem Strombe darf der Fahrmotoren geregelt und die Geschwindigkeit der Lokomotive ausschließlich durch den Drosselhebel beherrsch werden kann. („Engineering“ 24. Juni 1927 S. 760/63*)
[N 613 c] H.

Fahrgastdampfer „Ile de France“

Dieser Turbinenschnelldampfer der Compagnie Générale Transatlantique hat vor kurzem auf seiner Probefahrt angeblich rd. 24 Kn Geschwindigkeit erreicht. Er ist zwischen den Loten 231 m lang bei 28 m Breite und 21,5 m Seitenhöhe bis zum obersten durchlaufenden Deck; das Schiff hat 9,75 m Tiefgang bei 41 000 t Verdrängung und 11 500 t Tragfähigkeit. Die Wohnräume sind für 670 Fahrgäste 1. Klasse, 408 Fahrgäste 2. Klasse, 580 Fahrgäste 3. Klasse und 800 Mann Besatzung eingerichtet.

Die vier Parsonsturbinen mit 52 000 PS Gesamtleistung, an der Welle gemessen, treiben unmittelbar die vier Schraubenwellen an. Die Dienstgeschwindigkeit wird 23 Kn betragen. Die Kesselanlage umfaßt zwölf Doppelend- und acht Einendkessel, Bauart Prudhon-Capus, alle mit Ölfeuerung. Die Ölbunker fassen 7500 m³ für die Hin- und Rückreise Havre–New York.

Bemerkenswert sind Vorkehrungen zur Mitnahme von drei Wasserflugzeugen, mit deren Hilfe die Fahrgäste gegebenenfalls ihre Reise abkürzen können.
[N 613 c] Ls.

Umbau der „Empress of Australia“

Die neuen englischen Eigner des 1922 von Deutschland ausgelieferten „Tirpitz“ entschlossen sich zur Erneuerung der Maschinenanlage, weil sie 16,5 Kn Dienstgeschwindigkeit kaum einhalten konnten und dabei täglich 205 t Öl verbrauchten. Das 1913 in Stettin vom Stapel gelassene Schiff hatte ursprünglich zwei Turbinensätze mit Föttinger-Getrieben, insgesamt 14 500 PS, und vierzehn Wasserrohrkessel für 17,5 at Überdruck. Der Ausbau der alten Kessel machte Schwierigkeiten. Wegen der zwischen den geteilten Kesselschächten gelegenen Einrichtungen schuf man einen Weg durch die Schotten zur zweiten Ladeluke. Die neue Anlage umfaßt zwei Parsonsturbinensätze mit einfachem Getriebe von insgesamt 20 000 PS bei 125 Uml./min der Schrauben. Die Turbinen können auf 21 000 PS überlastet werden; die Rückwärtssätze in den Hoch- und Mitteldruckturbinen leisten 14 000 PS. Die Kesselanlage besteht aus sechs Doppelend-Zylinderkesseln und einem Einendkessel für die Hilfsmaschinen.

Bemerkenswert ist die Anordnung von Getriebe und Turbinen auf ganz niedrigen Plattenstühlen, so daß Erschütterungen auch bei Vollast nirgends bemerkbar sind. Dementsprechend ist das Getriebegehäuse als weit nach unten reichender Gußkasten ausgebildet worden, und die hochgelagerten Turbinen ruhen am vorderen Ende auf hohen gußeisernen Füßen, so daß der Kondensator unmittelbar quer unter den Turbinen angeordnet werden konnte. Die Neigung der Schraubenwellen wurde auf 46 m Länge um 685 mm erhöht. Eingebaut wurden Einscheiben-Drucklager mit Schubanzeiger und zwei elektrische Drehmoment-Meßgeräte, Bauart Ford-Siemens, als ständige Ausrüstung. Sämtliche Hilfsmaschinen wurden erneuert und zwei Dieseldynamos von 165 kW Leistung eingebaut.

Schleppversuche ergaben für die zunächst nach innen schlagenden Schrauben einen beträchtlichen Leistungsgewinn, so daß die Drehrichtung der Maschinen geändert und neue Schrauben angebracht wurden.

Auf der Probefahrt wurden 20,35 Kn bei 20 440 PS, 128 Uml./min und 21 800 t Verdrängung erreicht. Dabei betrug der Ölverbrauch 0,313 kg/PS_eh. Besonders hervorgehoben wird, daß der Ölverbrauch bei 19 Kn Geschwindigkeit 150 t und bei 16,5 Kn 100 t täglich beträgt, so daß er gegen früher auf die Hälfte vermindert sei. Dieses Ergebnis scheint bei der neuzeitlichen Maschinenanlage von bedeutend höherer Leistung und den sonstigen Änderungen der Einrichtung selbstverständlich. („Engineering“ 24. Juni 1927 S. 722)
[N 613 f] Ls.

BÜCHERSCHAU

›rschungshefte auf dem Gebiete der Ingenieurwissenschaften. Nr. 295. **Festgabe Carl von Bach zum achtzigsten Geburtstag.** Berlin 1927, VDI-Verlag. 95 S. m. 179 Abb. u. 1 Bildnis. Preis 14 *M.*

Eine ansehnliche Zahl von früheren Schülern Bachs, e heute als Forscher und Dozenten auf Bachs Arbeitsebieten tätig sind, haben Berichte über Forschungsarbeiten ı dieser Festgabe beigesteuert. Das so entstandene Werk t als „Forschungsarbeit" mit Rücksicht darauf bezeichnet orden, daß Bach beim Verein deutscher Ingenieure um o Jahrhundertwende angeregt hat, wertvolle Arbeiten der utschen technischen Forschungsstätten zu sammeln. Das t mit der Herausgabe der „Mitteilungen über Forschungsbeiten" geschehen.

Das vorliegende Werk zeigt vor allem den Ausbau der erkstoffprüfung nach verschiedenen Richtungen hin, die ch aus der Praxis ergeben haben. Hatte man früher voriegend den Einfluß der Belastung geklärt, so erforscht man eute vorwiegend die Beständigkeit der Werkstoffeigenschafn bei Änderungen von Temperatur, Belastungsdauer und iemischen Einflüssen. So untersuchen R. Baumann die lastizität von Sonderstählen in höherer Temperatur, P. oerens und R. Mailänder die Kalt- und Warmsprögkeit beim Zugversuch, P. Ludwik die Gleit- und Reißstigkeit, Eugen Meyer den Verlauf des Zugversuches bei ıschem Zerreißen. Zwei weitere wertvolle Beiträge beıäftigen sich mit der Streckgrenze (Moser) und mit dem achsen von Gußeisen (F. Wüst und O. Leihener). Die ichtigen Arbeiten der Materialprüfungsanstalt an der Techschen Hochschule Stuttgart in den letzten 20 Jahren über aumänderungen von Zement, Zementmörtel, Beton, Eisenton, Kalk und Kalkmörtel werden von O. Graf eingehend schrieben.

Aber auch andre Gebiete der Technik, in denen Bach als ›rscher tätig war, sind durch wertvolle Beiträge maßebender Forscher vertreten. Hier sind zu nennen die Areiten über die Berechnung der Gründung von Masten für ochspannungsleitungen von Kleinlogel und von fleiderer über Untersuchungen aus dem Gebiete der reiselradmaschinen. Ganz besondere Beachtung verdient e Arbeit von E. Berl, H. Staudinger und K. lagge über die Einwirkung von Natronlauge und verhiedenen andern Salzen auf Eisen. Die eingehenden Unterıchungen, die von den Verfassern im Auftrage des Speiseasserausschusses beim Verein deutscher Ingenieure durchführt wurden, haben für die Praxis, namentlich für den ochdruckdampfbetrieb, sehr aufschlußreiche Ergebnisse geitigt. [E 365] Dr.-Ing. W. Schmidt

rfinden und Konstruieren. Von J. Meyer. 2. erw. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 82 S. Preis 5,70 *M.*

In einer Zeit, wo sich die Bemühungen zur Belebung ısrer Wirtschaft besonders auf die Fertigung richten, ist durchaus angebracht, auch einen Blick in die geistige erkstätte des Erfinders und Konstrukteurs zu tun. Dazu lden die Erfahrungen des Verfassers eine vorzügliche nleitung. Er führt uns von der Aufgabenstellung durch e verschiedenen Stufen einer werdenden Konstruktion, ils in grundsätzlichen Ausführungen, teils an der Hand n Beispielen aus der Elektrotechnik. Das Grenzgebiet ischen Konstruieren und Erfinden wünscht er möglichst ch zu stellen; Konstruieren sei eben mehr als Ab- und mzeichnen, es sei und müsse eine schöpferische Tätigit sein, die die Ehre jedes Konstrukteurs bedeute. Dieser hen Auffassung entspricht es, daß Dr. Meyer auch das cht an der „Erfindung", die im Rahmen einer gestellten onstruktionsaufgabe gemacht wird, voll der Firma, also cht den Angestellten zuschreibt.

Das Büchlein enthält wertvolle Gedanken und kann m Konstrukteur, der etwas auf sich hält, sehr zum Lesen pfohlen werden. Wenn noch eine Anregung für später stattet ist, so sei es die, noch mehr Wert auf die Methoden nerseits des logischen Aufbaues von Konstruktionen, derseits des Gliederns und Unterteilens zu legen, und hließlich die Rücksichten auf die Fertigung, an der so anche schöne Erfindung scheitert, eingehender zu bendeln. [E 477] Dr. Kienzle

r Schiffsmaschinenbau. 2. Bd. Von G. Bauer. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 630 S. m. 500 Abb. Preis 58 *M.*

Von dem dreibändigen Werke, das eine Neubearbeitung n Bauers „Berechnung und Konstruktion der Schiffsıschinen und Kessel" und des gemeinsam mit Lasche herausgegebenen Buches über Schiffsturbinen unter Berücksichtigung der Fortschritte im Schiffsmaschinenbau darstellt, sind bisher die beiden ersten, zusammen rd. 1400 Seiten starken Bände erschienen. Der Aufbau des umfangreichen, im Schiffbau heute einzig dastehenden Werkes läßt sich wie folgt kennzeichnen: Der Hauptteil des ersten Bandes behandelt die Kolbendampfmaschine und die Schiffschraube[1]), der des zweiten die Dampfturbine, während der Hauptteil des dritten Bandes der Schiffsölmaschine vorbehalten ist. An die Hauptteile sind jeweils eine Reihe von Anhängen angegliedert, in denen solche Fragen behandelt werden, die für den Schiffsmaschinen- und auch, wie z. B. der Anhang über Schlingerdämpfeinrichtungen, für den Schiffbau von Wichtigkeit sind. Die Kessel, Rohrleitungen und Hilfsmaschinen sollen dem in nicht zu ferner Zeit erscheinenden dritten Bande angegliedert werden.

Der vorliegende Band bringt mit Rücksicht auf die gegenseitigen Anregungen zwischen Schiff- und Landturbinenbau und mit Rücksicht darauf, daß Werften gelegentlich auch Maschinen für Kraftwerke liefern, einen Abschnitt über Landturbinen.

Das Werk ist mit seinen zahlreichen Ausführungsbeispielen zunächst für den Gebrauch der Praxis gedacht; darüber hinaus ist es mit Rücksicht auf den Umstand heute besonders zu begrüßen, daß unserm Nachwuchs im Schiffsmaschinenbau heute vielseitige praktische Erfahrungen im allgemeinen weniger leicht zugänglich gemacht werden können als in früheren Zeiten, in denen der Kriegschiffbau in Blüte stand. [E 475] W. S.

Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen. Herausgeg. von L. Prandtl u. A. Betz. 3. Lfg. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 166 S. m. 149 Abb. Preis 16,50 *M.*

Der vorliegende Band bringt die Ergebnisse der Versuchsarbeiten von 1922 bis 1925 und enthält auch einige aerodynamische Untersuchungen aus dem Turbinenbau, dem Bauingenieurwesen und dem Eisenbahnwesen.

Der theoretische Teil behandelt zunächst die Gesetzmäßigkeit des Einflusses der Reynoldsschen Zahl auf den Reibungswiderstand. Eine wichtige Ergänzung der Theorie des Doppeldeckers ist die nun auch für die Anstellwinkel zuverlässige Umrechnungsformel. Außerdem ist die Tragflügeltheorie durch Untersuchungen über den Eindecker mit Endscheiben bereichert worden.

Der zweite Teil berichtet über neue Versuchseinrichtungen für Treibschrauben- und Windradmodellmessungen.

Ein umfangreiches systematisches Versuchsprogramm behandelt die Eigenschaften der Schukowskischen Flügelschnitte. Auch hierbei ist der Einfluß der Reynoldsschen Zahl berücksichtigt worden, dem man neuerdings mit Recht immer mehr Beachtung schenkt. Weitere systematische Versuchsreihen betreffen Tragflügel mit Ausschnitten, Profile mit abgeschnittener Hinterkante, Verstellflügel mit Spalt und Flügel mit angebauten Motorgondeln; besonders lehrreich sind Versuche über Oberflächenrauhigkeit an Tragflügeln, die die schlechthin ausschlaggebende Bedeutung der Saugseite für die technische Güte des Flügels zeigen. Die übrigen Untersuchungen der Lieferung gehen überwiegend auf industrielle Aufträge zurück; erwähnt seien 64 neue Profilmessungen und fünf Flugzeugmessungen, darunter die vollständige Untersuchung eines Flugzeugmodells mit laufender Schraube.

Im Verein mit den bisher erschienenen Lieferungen ist der vorliegende Band dem aerodynamisch interessierten Ingenieur und Physiker eine Fundgrube methodisch gewonnener Erfahrung und wissenschaftlicher Erkenntnis. Eine 4. Lieferung soll in einiger Zeit folgen.

[E 486] Helmbold

Praktische Statik. Einführung in die Standberechnung der Tragwerke. Von R. Saliger. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 646 S. m. 650 Abb. Preis 33 *M.*

Das Buch dient hauptsächlich der Erziehung des Studierenden zur praktischen Anwendung der theoretischen Grundsätze der Statik. Im Gegensatz zu den meisten Werken über die Statik der Baukonstruktionen gibt der Verfasser nicht allein die allgemeine, rein statische Behandlung der Probleme, sondern er legt den Hauptwert darauf, sich an die in der Praxis des Hoch- und Eisenbetonbaues täglich vorkommenden Fälle zu halten und in Sonderbeispielen jede

[1]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 1012.

Aufgabe von den theoretischen Grundlagen an bis zur Wahl der Abmessungen durchzuarbeiten. Das Buch ist bewußt auf das rein Praktische beschränkt, so daß dem Studierenden das Durcharbeiten eines der bewährten rein theoretischen Werke über die Statik nicht erspart bleibt. Dies um so mehr, als wichtige Gebiete wie die Verfahren der Einflußlinien, die elastischen Formänderungen der Fachwerke, die verschiedenen Fachwerksysteme u. a. m., nur kurz gestreift sind, andres, wie z. B. das räumliche Fachwerk, ganz fehlt. Durch die gründliche Behandlung des dargebotenen Stoffes wie auch durch die leicht faßliche Darstellungsweise wird ausgezeichnet dafür gesorgt, daß der Leser nicht nur in das Wesen der Statik als Theorie eindringt, sondern auch die Eigenschaften der Bauwerke, die Eigentümlichkeiten der zum Bau verwendeten Stoffe und endlich eine wissenschaftlich einwandfreie Wahl der Abmessungen kennen lernt. Die neue Auflage des Buches, das besonders im Abschnitt über die Rahmen und kontinuierlichen Balken wesentlich erweitert ist, kann sowohl dem studierenden als auch dem praktisch tätigen Bauingenieur — für jenen als eine gute Grundlage, für diesen als ein Mittel zur Auffrischung und Erweiterung seiner Kenntnisse — bestens empfohlen werden. [E 437] F. C.

Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen. Von Bernhard Siebert. Dissertation Danzig 1926. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn. 15 S. m. 23 Abb. Preis 3,50 *M.*

Zunächst ist erfreulich, daß der Verfasser bei der Veröffentlichung seiner Arbeit sie als Doktor-Dissertation zu erkennen gibt. Als solche stellt sie eine sehr fleißige und gründliche Verarbeitung des erreichbaren Stoffes dar, bei der auch die kritische Beurteilung der Einzelheiten anzuerkennen ist. Die zunehmende Bedeutung des Öles als Betriebstoff in der Schiffahrt legt die Frage nahe, warum der Verfasser die Petroleumhäfen hinsichtlich ihrer Lage zu den übrigen Teilen der Handelshäfen und den Anforderungen, die von der Schiffahrt an eine rasche und gefahrlose Versorgung mit Betriebstoff gestellt werden müssen, nicht in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat. Es muß allerdings zugegeben werden, daß Erfahrungen über die unmittelbare Versorgung von Motorschiffen und Dampfern mit Ölfeuerung aus Petroleumhäfen sehr spärlich sind. Bei dem Bau neuer Häfen wird man aber dieser Frage die ihr zukommende Bedeutung widmen müssen. [E 221] G. de Thierry

Körper und Arbeit. Handbuch der Arbeitsphysiologie. Herausg. von Edgar Atzler. Leipzig 1927, Georg Thieme. 770 S. m. 102 Abb. Preis 45 *M.*

Das vorliegende Werk ist wohl die erste Zusammenfassung der bisherigen Arbeiten auf dem Gebiet der Arbeitsphysiologie. Der Versuch, ein solches Werk zu schaffen, kann als gelungen bezeichnet werden.

Der erste Teil gibt eine Einführung in die Anatomie und Physiologie, der zweite behandelt die physische Arbeitseignung, Rassenbiologie und Arbeitseignung, physiologische Rationalisierung, die Ermüdung im praktischen Betrieb, die Ernährung des Arbeiters, seine Kleidung, Sport und Arbeit, Arbeit und Reizstoffe.

Die Verfasser sind sämtlich Mediziner. Es ist ihnen trotzdem gelungen, medizinische Fachausdrücke soweit zu vermeiden, daß der Techniker das Buch mit vollem Verständnis lesen kann.

Jeder Techniker wird in diesem Werk eine ganze Reihe ihn betreffender Abschnitte finden. Der Betriebsmann erhält eine Übersicht darüber, wie weit man heute die Leistungsfähigkeit des Arbeiters bestimmen kann. Sehr bemerkenswert ist z. B. die Nachrechnung des bekannten Taylorbeispieles des Eisenbahnverladers. Hier wird gezeigt, wie der heutige Stand der Arbeitsphysiologie immerhin eine annähernde Nachrechnung gestattet, welche körperlichen Leistungen noch als zulässig angesehen werden können. Auch der Konstrukteur von Maschinen wird aus den zusammenfassend behandelten Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Arbeitsphysiologie praktische Folgerungen ziehen können.

Sogar die Hausfrau findet in den Abschnitten über Ernährung und Kleidung manches für sie Wissenswerte.

Bei einer neuen Herausgabe dürfte sich vielleicht die Mitarbeit von Technikern empfehlen, damit der Inhalt des Werkes in noch stärkerem Maße, wie es hier bereits geschehen ist, den Bedürfnissen des Technikers angepaßt wird. [E 306] R. Thun

Textilmaschinen, ihre Konstruktion und Berechnung. Von Paul Beckers. Berlin 1927, M. Krayn. 283 S. m. 282 Abb. Preis 17 *M.*

Dieselmaschinen III. Berlin 1927, VDI-Verlag. 99 S. [illegible] 277 Abb. Preis 4,50 *M.* Sonderheft der Zeitschrift [illegible] Vereines deutscher Ingenieure.

Die Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffineri[illegible], 1. T. Von Karl Schiebl. Magdeburg 1927, Schallehn [illegible] Wollbrück. 175 S. m. 207 Abb. Preis 12 *M.*

Der Transformator im Betrieb. Von Milan Vidmar. B[illegible]lin 1927, Julius Springer. 310 S. m. 126 Abb. Preis 19 [illegible]

Der phasenverschobene Strom. Von Richard Falk. Ber[illegible] 1927, Julius Springer. 92 S. m. 52 Abb. Preis 6,60 *M.*

Das Telephon und sein Werden. Von August Rotth. B[illegible]lin 1927, Julius Springer. 148 S. m. 33 Abb. Preis 4,50 [illegible]

Der metallische Werkstoff, 3. Bd.: **Modernes elektrolytisch[illegible] Überziehen.** Von W. E. Hughes. Übers. von M. Kle[illegible]nert. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellscha[illegible] 229 S. Preis 15 *M.*

Lehr- und Hilfsbuch der Eisen- und Stahlgießerei. V[illegible] Hans Dworzak und Hans Korzinsky. Wien u[illegible] Leipzig 1927, Hölder-Picjler-Tempsky. 373 S. m. 192 A[illegible] Preis 10 *M.*

Der Industrieofen in Einzeldarstellungen, 1. Bd.: **Wärm[illegible] technische Grundlagen der Industrieöfen.** Von Hans v[illegible] Jüptner. Leipzig 1927, Otto Spamer. 260 S. m. 25 A[illegible] Preis 23 *M.*

Der Industrieofen in Einzeldarstellungen, 2. Bd.: **Der Si[illegible]mens-Martin-Ofen.** Von Ernst Cotel. Leipzig 1927, O[illegible] Spamer. 150 S. m. 67 Abb. Preis 20 *M.*

Bemessungstafeln für Eisenbetonkonstruktionen. Von Pa[illegible] Göldel. Berlin 1927, Julius Springer. 109 Taf. Pr[illegible] 22 *M.*

Sammlung Göschen, 950. Bd.: **Nomographie des Bauing[illegible]nieurs.** Von Max Mayer. Berlin und Leipzig 1927, Wa[illegible]ter de Gruyter & Co. 111 S. m. 47 Abb. Preis 1,50 *M.*

Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industria[illegible] Von Luigi Santarella. Milano 1927, Ulrico Hoep[illegible] 687 S. m. 522 Abb. Preis 75 Lire.

Vorläufige Richtlinien für die Ausführung von Bauwerk[illegible] aus Beton im Moor, in Moorwässern und ähnlich zusa[illegible]mengesetzten Wässern. Aufgest. vom Deutschen Ausschu[illegible] für Eisenbeton, Arbeitsausschuß II (Moorausschuß), D[illegible]zember 1926. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 7 [illegible] Preis 0,30 *M.*

Edifici scolastici italiani primari e secondari. Von Lui[illegible] L. Secchi. Milano 1927, Ulrico Hoepli. 1. Bd.: Te[illegible] 228 S. 2. Bd.: Atlas mit 52 Taf. Preis zus. 60 Lire.

Ist Gußbeton wirtschaftlich? Von L. Baumeister. Be[illegible]lin 1927, Julius Springer. 100 S. m. 43 Abb. Preis 7,50 [illegible]

Der Zement. Von Richard Grün. Berlin 1927, Juli[illegible] Springer. 173 S. m. 90 Abb. u. 30 Zahlentaf. Preis 15 [illegible]

Der Bauingenieur in der Praxis. Von Theodor Jansse[illegible] 2. neubearb. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 494 [illegible] Preis 23,50 *M.*

Flugzeugbau und Luftfahrt, 4. H.: **Grundlagen der Flu[illegible]lehre.** Von E. Pfister. 1. T.: Luftkräfte. Charlotte[illegible]burg 1927, C. J. E. Volckmann. 87 S. m. 59 Abb. Pre[illegible] 2,50 *M.*

Eisenbahn- oder Wasserstraßenförderung. Eine Entgegnun[illegible] von E. Giese. Berlin 1926, Verlag „Verkehrstechnik[illegible] 40 S. Preis 7 *M.*

Meßkarten zur Ermittlung der Azimutgleichen. Von [illegible] Immler. Berlin 1927, M. Krayn. Preis 5 *M.*

Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. 1. T.: Allgemein[illegible] Bergwirtschaftslehre. Von A. Dahms. 3. Aufl. Lei[illegible]zig 1927, A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung. 76 [illegible] Preis 3 *M.*

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 1. Bd[illegible] **Zur Psychologie des Anlernens und Einübens im Wir[illegible]schaftsleben.** Von A. Carrard. Zürich 1927, Hoff[illegible] & Co. 67 S. m. Abb. Preis 4 Frs.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, 219. Bd[illegible] **Drei grundlegende und gemeinverständliche Arbeiten zu[illegible] Scheinwerferfrage.** Von A. Mangin u. W. Tschiko[illegible]lew. Uebers. von A. Sonnenfeld. Leipzig 192[illegible] Akademische Verlagsgesellschaft. 133 S. m. 48 Abb. Prei[illegible] 5,60 *M.*

Sammlung Göschen, 966. Bd.: **Radiotechnik.** 4. T.: Strom[illegible]quellen für Röhrenempfangsgeräte. Von Richard Al[illegible]brecht. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyte[illegible] & Co. 108 S. m. 61 Abb. Preis 1,50 *M.*

Modernes Buchführen. Tendenzen und Methoden. Von Ka[illegible] Seidel. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 140 [illegible] m. 35 Abb. Preis 6 *M.*

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Die Ausflußformel von de Saint-Venant und Wantzel

Der Aufsatz von Dr.-Ing. Kretzschmer, Z. Bd. 70 (1926) S. 980, gibt mir Anlaß, auf eine Besonderheit des Meßverfahrens mit Stauvorrichtung hinzuweisen, auf die ich bereits in einer früheren, bisher nicht veröffentlichten Arbeit aufmerksam machte. Gl. (33) im Aufsatz von Dr. Kretzschmer lautet:

$$G = f\,\alpha' \sqrt{2 g \frac{p_1}{v_1} \frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \quad . \; . \; (1).$$

Durch Erweiterung mit

$$\frac{p_1 - p_2}{p_1 - p_2}\,\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}\,\frac{\frac{p_1}{p_2}}{\frac{p_1}{p_2} - 1}$$

erhält man:

$$G = f\sqrt{\frac{2 g}{v_1}(p_1 - p_2)}\;\alpha \sqrt{\frac{k}{k-1}\,\frac{\frac{p_1}{p_2}}{\frac{p_1}{p_2} - 1}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \quad (2).$$

Der Faktor α' (vergl. Gl. (29) und (31) im Aufsatz) ist:

$$\alpha' = \frac{\eta\,\mu}{\sqrt{1 - m^2\mu^2}} \sqrt{\frac{1 - m^2\mu^2}{1 - m^2\mu^2\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}}}} \quad . \; . \; . \; . \; (3).$$

Durch Einführung dieses Faktors und der Bezeichnungen:

$$\varphi = \frac{p_1}{p_2};\quad \psi = m\,\mu = \frac{f}{F_1}\,\mu;\quad E = \frac{1}{\sqrt{1 - \psi^2}}$$

erhält Gl. (2) folgende Form:

$$G = \eta\,\mu\,f\sqrt{\frac{2 g}{v_1}(p_1 - p_2)}$$

$$\times E \sqrt{\frac{1 - \psi^2}{1 - \frac{\psi^2}{\varphi^{\frac{2}{k}}}}\,\frac{k}{k-1}\,\frac{\varphi}{\varphi - 1}\left[\left(\frac{1}{\varphi}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{1}{\varphi}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} . \quad (5).$$

Erweitert man den Wurzelausdruck noch mit $\varphi^{\frac{2}{k}}$, so wird

$$G = \eta\,\mu\,f\sqrt{\frac{2 g}{v_1}(p_1 - p_2)}\;E \sqrt{\frac{1 - \psi^2}{\varphi^{\frac{2}{k}} - \psi^2}\,\frac{k}{k-1}\,\frac{\varphi - \varphi^{\frac{1}{k}}}{\varphi - 1}} \quad (6).$$

Setzt man

$$A = \sqrt{\frac{1 - \psi^2}{\varphi^{\frac{2}{k}} - 1}\,\frac{k}{k-1}\,\frac{\varphi - \varphi^{\frac{1}{k}}}{\varphi - 1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (7),$$

so erhält man die von mir früher abgeleitete Form der Gleichung

$$G = \eta\,\mu\,f\sqrt{\frac{2 g}{v_1}(p_1 - p_2)}\;E\,A \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (8).$$

Da der Faktor A nach einer höheren Funktion vom Druckverhältnis abhängig ist, kann er von den Anzeigegeräten nicht voll berücksichtigt werden, bei denen lediglich die Wurzelwerte aus dem Druckunterschied proportional zur Durchflußmenge gesetzt werden.

Um den Gütegrad eines Meßgerätes beurteilen zu können, ist es notwendig, daß man ein Bild von diesem Fehler bei den wechselnden Durchflußmengen erhält. Die Durchflußmenge ist

$$G = c\sqrt{p_1 - p_2} = c\sqrt{p_1}\sqrt{1 - \frac{p_1}{p_2}} = c\sqrt{p_1}\sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}} \quad (10),$$

worin c eine Konstante ist. Da sich der statische Druck im allgemeinen nicht ändert, kann $\sqrt{p_1}$ als Konstante aufgefaßt werden. Also ist die Durchflußmenge proportional $\sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}}$.

Abb. 1
Abhängigkeit des Faktors A vom Druckverhältnis

In Abb. 1 wurde daher die Abszissenachse nach $\sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}}$ eingeteilt, während die Werte von $\varphi = \frac{p_1}{p_2}$ angeschrieben wurden. k ist (für Luft) mit 1,40 eingesetzt.

An einem Beispiel sei der Gebrauch dieses Diagramms erläutert: Beträgt das Querschnittsverhältnis $\psi = 0{,}315$ und für die größte Durchflußmenge das Druckverhältnis $\varphi = 1{,}057$, so wird $A = 0{,}967$. Findet kein Durchfluß statt, so ist stets $p_1 = p_2$ und damit $A = 1$. A ist also mit der Durchflußmenge veränderlich. Die Linie, die den zugehörigen Wert von A angibt, ist gestrichelt. Sie beginnt stets im Scheitelpunkt des Diagramms und reicht bis zu dem Punkt, der dem Höchstwert von φ entspricht. In die Berechnung der Stauvorrichtung führt man zweckmäßig einen mittleren Wert ein, der im vorliegenden Falle mit $A = 0{,}984$ angenommen sei und der mittleren Belastung des Venturirohres entspricht.

Da die Abszissenachse proportional zur Durchflußmenge eingeteilt ist, so kann man im vorliegenden Fall sofort Teile der Durchflußmenge ablesen. Die Einteilung der Ordinate nach den Fehlergrößen findet man, wenn man darauf die Abweichung der A-Werte von den wirklichen multipliziert mit 100 einträgt. Die Einteilung kann verschiebbar angebracht werden, da sie für alle Fälle nahezu gleich bleibt. Auf diese Weise erhält man die Fehlerkurve des vorliegenden Falles. Der größte theoretische Fehler beträgt $\approx \pm 1{,}6$ vH. Bei der normalen Durchflußmenge von 67,5 vH beträgt der Fehler Null.

Pittsburg, Pa., U. S. A. [M 228] Fritz Niesemann

Abnahmeversuche an Turbokompressoren

In Z. Bd. 71 (1927) Nr. 6 S. 196 nennt Obering. Rollwagen Verbrauchzahlen für Kondensationspumpensätze mit Dampfantrieb, die als außerordentlich hoch bezeichnet werden. Die erörterten Werte des Mehrverbrauches sind aber nicht unmittelbar gemessen, sondern als Unterschiede großer Zahlen, z. B. für Verdichter Nr. 4 18 500 und 17 050 kg/h, errechnet, und eine Unsicherheit von 1 vH in den Ausgangswerten beeinflußt den Unterschied erheblich.

Erfahrungsgemäß verbraucht die Kondensation bei elektrischem Antrieb und 12 bis 15 m Förderhöhe der Kühlwasserpumpen, die auch das Kühlwasser für die Zwischenkühlung der Luft fördern, rd. 4 vH der Hauptturbinenleistung. Man kann wirtschaftlich den Dampfantrieb nur mit dem Betrage belasten, der diese 4 vH übersteigt; das sind bei den Versuchen von Rollwagen weitere 3 bis 4 vH, die man z. B. in rohen Betrieben, die bei elektrischem Antrieb durch Kurzschlüsse und dergleichen häufiger gestört werden würden, allenfalls in den Kauf nehmen kann.

Gleichwertig wird der Dampfantrieb dem elektrischen, wenn der Wirkungsgrad der Hilfsturbine gegenüber dem

der Hauptturbine gerade um die elektrischen Übertragungsverluste zurücksteht. Da die inneren Turbinenverluste zum Teil durch die Gefällevermehrung infolge der Erhöhung der Temperatur des weiterverarbeitenden Dampfes wiedergewonnen werden, genügen tatsächlich etwa 65 vH Turbinenwirkungsgrad. Eine solche Turbine kann man auch bauen. Vor allem muß ihre Dampfmenge möglichst groß sein, da bei größerer Dampfmenge die Querschnitte zunehmen, Radreibungs-, Rand- und Undichtheitsverluste daher abnehmen. Bei gleicher Leistung läßt sich die Dampfmenge nur dadurch vergrößern, daß das Gefälle verkleinert, d. h. der Gegendruck, mit dem der Abdampf der Hilfsturbine in die Hauptturbine strömt, heraufgesetzt wird. Damit ist der weitere Vorteil verknüpft, daß man bei wirtschaftlich durchaus möglichem Baustoffaufwand das richtige Verhältnis von Dampf- und Umfangsgeschwindigkeit $\left(\frac{c_0}{u}\right)$ einhalten kann. Wenn der Dampf in der Hilfsturbine bis auf Kondensatordruck entspannt wird, ist das nicht möglich; dagegen kann man in neuzeitlichen, vielstufigen Turbinen immer eine Stufe mit höherem Druck finden, in die man den Abdampf der Hilfsturbine mit guter Verwertung einleiten kann. Mit zunehmender Leistung wird der Dampfantrieb der Pumpensätze wirtschaftlich immer günstiger und kann für große Leistungen bei Verwendung vielstufiger hochwertiger Gegendruckturbinen dem elektrischen überlegen sein.

Daß die Schluckfähigkeit des Niederdruckteiles für den übrigen Abdampf durch den der Hilfsturbinen unzulässig verkleinert wird, ist nicht richtig. Man muß nur dem Entwurf die richtigen Abdampfmengen zugrundelegen, die Düsen und Schaufeln des Niederdruckteiles also entsprechend den tatsächlichen Abdampfmengen bemessen. Ist das aus irgendeinem Grunde nicht richtig getroffen, oder steigt z. B. im Laufe der Zeit durch Vergrößerung der Seilgeschwindigkeit die Abdampfmenge der Fördermaschinen, die die Turbine verarbeiten soll, so werden im allgemeinen geringfügige Veränderungen an den Abdampf-Einströmdüsen genügen, um die Schluckfähigkeit des Niederdruckteiles im gewünschten Maße zu vergrößern. Zuweilen kann man auch die folgende Stufe entschaufeln, um durch Senkung des Zwischendruckes das Druckgefälle für die Abdampf-Einströmdüsen zu vergrößern, so daß die Dampfmenge je Düse steigt. In jedem Falle sind diese Veränderungen so einfacher Art, daß hieraus ein ernsthafter Einwand gegen den Dampfantrieb der Hilfsturbinen nicht hergeleitet werden kann.

Berlin Dr.-Ing. Rudolf Landsberg

Entgegnung

Die von Dr. Landsberg eingeschickte sachliche Ergänzung meiner Arbeit möchte ich nicht ohne Erwiderung lassen, da darin der Verbrauch der Hilfsturbine und sein Einfluß auf die Hauptturbine allzugering als Ergebnis der Rechnung angegeben werden. Die Wirklichkeit liegt leider nicht so günstig. Als Ergänzung meiner Versuchsangaben und die beste Widerlegung der Ansicht von Dr. Landsberg sei auf die mir bekannte beste Arbeit auf diesem Gebiet hingewiesen: „Beitrag zur Frage des Kondensationsantriebs bei Dampfturbinen" von Ebel, Essen, erschienen in der Zeitschrift „Glückauf" Bd. 9 (1925) S. 241. Darin wird das Ergebnis von Versuchen an 23 Turbinen mitgeteilt, und es bewegt sich der Verbrauch der Hilfsturbine zwischen 22 und 41,5 vH von dem der Hauptturbine bei Nennlast und der als Mehrverbrauch bezeichnete Wert zwischen 7,4 vH und 21,5 vH. Es ist auch b achtenswert, daß Ebel im Anschluß daran auf meine frühe Arbeit in der Zeitschrift „Archiv für Wärmewirtschaft hinweist und darauf, daß seine Werte wesentlich höher a die von mir gemessenen liegen. Am Anfang der Arbeit i ausgesagt, daß die Hilfsturbinen einen wesentlichen Te der Schluckfähigkeit des Niederdrucks der Hauptturbine für sich beansprucht haben, also nichts andres als auc das von mir auf Grund meiner Messungen Gesagte.

Als Ergänzung hierzu möchte ich noch darauf hi weisen, daß bei einer von mir abgenommenen 8000 kW Turbine mit Dynamo die Höchstleistung von 8000 kW a 9200 kW stieg, sobald die Hilfsturbine von Zwischenstufe betrieb auf Auspuff umgestellt wurde. Die Aufgabe d Konstrukteurs, eine möglichst wirtschaftliche Hilfsturbin zu bauen, ist dadurch erschwert, daß der Gegendruck je nac der Belastung der Hauptturbine stark schwankt, in eine Fall zwischen Luftleere und 2,5 at. Richtig ist, daß d Mehrverbrauch durch Unterschiedmessung nur mit gewiss Unsicherheit ermittelt wurde.

Einwandfrei möglich ist die Ermittlung des Ve brauchs durch Kondensatmessung. Bei zwei von mi untersuchten Turbinen von je 16 000 kW Nennleistung wir der Abdampf der Hilfsturbine unmittelbar dem Konde sator zugeführt und bei den Messungen zu 6 vH des a teiligen Verbrauchs der Hauptturbine ermittelt, und zwa in ganz einwandfreier Weise durch unmittelbare Kondensa messung. Aus wirtschaftlichen Gründen sind in der glei chen Anlage drei weitere Turbinen von je 16 000 kW nu mit elektrischem Antrieb der Hilfsturbinen ausgeführ Deren Verbrauch wurde nur zu 4 vH der Leistung d Hauptturbine ermittelt.

München-Gladbach Rollwagen

Rückäußerung

Um die Erörterung zum Abschluß zu bringen, begnüg ich mich mit dem Hinweis, daß meine Einwände die mi bekannte Arbeit von Ebel in gleicher Weise treffen, abe im übrigen der Vergleich zwischen den dort und von Roll wagen erwähnten kleinen Maschinen offenkundig ältere Bauart und der großen 16 000 kW-Turbine mit anteili jedenfalls kleinerer Pumpenleistung nicht stichhaltig ist.

Meine wesentlichen Behauptungen, daß die Hilfsturbin nur durch Vergrößerung der Dampfmenge, d. h. Her aufsetzen des Gegendruckes, dem elektrischen Pumpen antrieb gleichwertig werden kann, und daß die Schluck fähigkeit von Abdampfturbinen auch bei Dampfantrieb de Hilfsmaschinen sich mit einfachsten konstruktiven Mittel auf die gewünschte Höhe bringen läßt, betrachte ich nich als widerlegt.

Berlin Landsberg

Entgegnung

In seiner zweiten Erwiderung bringt Dr. Landsber in zwei genauen Zusammenfassungen zum Ausdruck, da es sich bei ihm um Vorschläge handelt, wie der Betrie mit Hilfsturbine möglichst wirtschaftlich gestaltet werde kann und daß sich durch zweckmäßige Abmessungen auc eine unzulässige Beeinträchtigung der Schluckfähigkeit ver meiden läßt. Dagegen ist natürlich nichts einzuwenden, nu zeigen meine Versuche und noch mehr die Versuche Ebels, da die Praxis bis jetzt andre Wege gegangen ist, und zwa auch bei ganz neuen Maschinen und bei solchen für Kom pressoren auch großer Abmessungen. Es handelt sich hie um den Gegensatz zwischen dem, was ist und was sein könnte

München-Gladbach Rollwagen

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
D. 71 SONNABEND, 16. JULI 1927 NR. 29

Die neuen Förder- und Aufbereitungsanlagen der Zeche Minister Stein (Schacht Emil Kirdorf, Dortmund-Eving)

Von Dipl.-Ing. Fr. Prockat, Berlin

Mechanischer Wagenumlauf in der Sieberei. Die Wäsche arbeitet mit einer Doppelanlage von 2 × 125 t/h. Staubabsaugung bei der Feinkohle vor dem Waschen. Zusammensetzung der Rohfeinkohle. Bauliche Einzelheiten des Wäschegebäudes.

Abb. 1
Schachtanlage Emil Kirdorf der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Dortmund

Die in den Jahren 1925 und 1926 auf der Schachtanlage Emil Kirdorf der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Abb. 1, errichteten Förder- und Aufbereitungs-lagen sind für eine Förderleistung von 5000 t Fettkohlen glich gebaut worden. In der Sieberei hat man zum Absie-n und Klauben der Stückkohle über 80 mm drei Gruppen fgestellt, von denen sich zwei auch für die Verladung von rderkohle eignen. In einer vierten Gruppe untersucht n Stichproben. Der gesamte Wagenumlauf, Abb. 2 bis 5, f der in sich geschlossenen Gleisanlage g_1, Abb. 3, des hachtgebäudes wird von drei Stellwerken h_1 aus geleitet d vollzieht sich sonst ohne jede menschliche Hilfe.

Die ausgeklaubten Stückkohlen gelangen über senk-re Verladearme f_2 in auf Wagen g_2 stehende Eisenbahn-gen. Die Wiegebalken der Wagen sind in einem geschlos-nen Wiegeraum d untergebracht; die Zufuhr von Kohlen wird gesperrt, sobald die Ladung das verlangte Gewicht erreicht hat. Von außerhalb mittels Eisenbahnwagen herankommendes zusätzliches Bergeversatzgut kann über der Rostgrube e entleert und mittels der beiden schräg ansteigenden Kastenbänder l_2 in Vorratstaschen geführt werden, aus denen der Inhalt unmittelbar in Förderwagen abgezogen wird. Um die Luft in der Schachthalle staubfrei zu halten, werden die an den Wippern und beim Absieben aufgewirbelten Kohlenstaubmengen durch den Sauger m_2 abgesaugt, im Staubniederschlaggerät n_2 durch Wassersprühregen niedergeschlagen und als Schlammtrübe in die Wäsche geleitet.

Die Wäsche ist als Doppelanlage für eine Leistung von je 125 t/h eingerichtet. Das Waschgut unter 80 mm wird aus der Becherwerkgrube c mit den Becherwerken a_3 auf den höchsten Punkt der Wäsche gehoben, so daß es

Abb. 2

Schnitt A-B

Gebäude und Bunker

- *a* Schacht
- *b* Taschen für Waschberge
- *c* Vorratsgrube für Waschgut < 80 mm
- *d* Wiegeraum
- *e* Rostgrube für fremdes Bergeversatzgut
- *f* Ansaugkanal für noch zu klärendes Wasser
- *g* Vorratsbunker für Kohle < 80 mm
- *h* Staubtasche
- *i* Hochbehälter zur Wasserklärung
- *k* Schwemmsümpfe für gewaschene Feinkohle
- *l* Kokskohlenbunker
- *m* Zwischensumpf
- *n* Vorratstasche für Zwischengut
- *o* Meßtaschen
- *p* Sickersumpf für Abraum- und Sickerwasser
- *q* Körnersumpf

Schachthalle

- a_1 Förderwagen-Ausstoßvorrichtung
- b_1 Förderwagen-Brems- und Blockvorrichtung
- c_1 Doppelwipper für aufzubereitende Kohle
- d_1 Einfacher Wipper
- e_1 Kettenbahnen
- f_1 Druckluftbremsen zur Regelung der Wagenzufuhr zum Schacht *a*
- g_1 Gleisanlage
- h_1 Stellwerke

- a_2 Exzenterschwingsiebe
- b_2 Seltner-Rost
- c_2 Lesebänder für Stückkohl > 80 mm
- d_2 Trichter für ausgelesene Berge
- e_2 Aufzug für Bergewagen
- f_2 Senkbare Verladearme
- g_2 Wage für Eisenbahnwagen
- h_2 Prüfband
- i_2 Backenbrecher
- k_2 Gummiband
- l_2 Kastenförderbänder für fremde Berge
- m_2 Staubabsauger für die Schachthalle
- n_2 Staubniederschlaggerät

Wäsche

- a_3 Becherwerke für Waschgut < 80 mm
- b_3 Doppelkurbelsiebe
- c_3 Förderband zur Rückführung des Waschgutes in die Vorratsgrube C
- d_3 Staubabsauger
- e_3 Niederschlagvorrichtung für Staub
- f_3 Hochleistungs-Windsichter für Feinkohle
- g_3 Becherwerk für entstaubte Feinkohle
- h_3 Feinkorn-Setzmaschinen
- i_3 Entwässerungsrohre für Feinkohlen-Schwemmsümpfe
- k_3 Förderbänder für entwässerte F[illegible] kohle
- l_3 Gemeinsames Querband für [illegible] wässerte Feinkohle
- m_3 Abstreichtisch für trockenen W[illegible] sichterstaub
- n_3 Förderschnecke für Windsich[illegible] staub
- o_3 Becherwerk zum Kokskohlenbunker *l*
- p_3 Mischschnecke für Zwischengut d[illegible] Windsichterstaub
- q_3 Becherwerk für Feinkohlen-Zwischengut
- r_3 Feinkorn-Nachsetzmaschine
- s_3 Reinschiefer-Becherwerk
- t_3 Schwingrinne zur Bergeentwässerung
- u_3 Becherwerk für Zwischengut
- v_3 Grobkorn-Setzmaschine
- x_3 Nachklassiersiebe für gewasch[illegible] Nüsse
- y_3 Wendelrutschen
- z_3 Wagen für Nußverwiegung

Abb. 3

Schnitt E-F-G

Sieberei — Schachthalle — Wäsche

Abb. 2 bis 5

Kohlenaufbereitungsanlage der Zeche Minister Stein in Dortmund, Gelsenkirchner Bergwerks-A.-G., ausgeführt von der Gewerkschaft Schüchtermann & Kremer, Dortmund. Förderung je Schicht 2500 t Fettkohle. Leistung der Sieberei 220 t je Stunde und System. Leistung der Wäsche 125 t je Stunde und System.

fast ganz unter Ausnutzung der Schwerkraft im Laufe der Verarbeitung wieder nach unten gelangen kann. Zum Ausgleich von Förderschwankungen sind die Vorratbunker g eingebaut, in die das Waschgut unmittelbar aus den Becherwerken a_3 fallen und über das Band c_3 zur Becherwerksgrube c zurückgeführt werden kann. Auf den Doppelkurbelsieben b_3 wird die Kohle in die Größen 80 bis 30, 30 bis 10 und 10 bis 0 mm unterteilt. Der über den Vorklassiersieben b_3 auftretende Staub wird von dem Sauger d_3 angesaugt und in der Niederschlagvorrichtung e_3 von der mitgeführten Luft befreit. Die vorklassierte Rohkohle wird den auf einer gemeinsamen Bühne, Abb. 6, angeordneten Setzmaschinen zugeführt, Abb. 7 und 8.

Von den Grobkorn-Setzmaschinen v_3, Abb. 7, gelangen die reinen Nüsse über die Nachklassiersiebe x_3 und die Wendelrutschen y_3 in die Nußtaschen o, aus denen sie nach vorherigem Abbrausen mit Frischwasser auf den Fehlkornsieben a_4 über die ausziehbaren und heb- und senkbaren Verladerutschen b_4 bei gleichzeitiger Verwiegung durch die Wagen z_3 in Eisenbahnwagen verladen werden. Das hierbei anfallende Fehlkorn wird aus dem Sickersumpf p mit der Kreiselpumpe c_4 in den Körnersumpf q gedrückt. Die unreinen Berge der Grobkorn-Setzmaschine werden in der Grobkorn-Nachsetzmaschine n_4 in Reinberge und Zwischengut getrennt, das nach dem Aufschließen in dem Walzenbrecher e_4 zusammen mit dem

Abb. 4

Schnitt C-D

a_4 Abbrausesiebe für Nüsse
b_4 Schwenkbare Verladerutschen
c_4 Kreiselpumpe für Sickerwasser
d_4 Becherwerk für Grobkorn-Nachwaschgut
e_4 Walzenbrecher zum Zerkleinern des groben Zwischengutes
f_4 Becherwerk für Nüsse
g_4 Prüftrommel für Nüsse
h_4 Förderschnecke für Windsichterstaub
i_4 Abstreichteller für Zwischengut
k_4 Entwässerungsschwingrinne für Zwischengut
l_4 Kreiselpumpen für Klärwasser
m_4 „ „ noch zu klärendes Wasser
n_4 Grobkorn-Nachsetzmaschine

Schnitt H-I

Abb. 5

Abb. 6
Setzmaschinenbühne

Abb. 10
Waschkurven der Rohfeinkohle

a Kurve des Aschengehaltes der Rohfeinkohle		ohne Zusatz von Staub und Schlamm
b „ „ „ „ Kohle		
c „ „ „ „ Berge		
a_1 „ „ „ „ Rohfeinkohle		bei Zusatz von 8,7 vH Windsichterstaub mit 18,58 vH Asche und 0,6 vH Schlamm mit 15,3 vH Asche
b_1 „ „ „ „ Kohle		
c_1 „ „ „ „ Berge		

Abb. 9
Stammbaum der Steinkohlenwäsche Minister Stein. Gang der Kohlen durch die Anlagen.

feinen Zwischengut über dem Sumpf m in die Vorratstasche n geführt wird. Das Zwischengut wird von hier aus über den Abstreichteller i_4 einer Entwässerungsschwingrinne k_4 aufgegeben und kann dann in der Mischschnecke p_3 mit dem durch die Förderschnecke h_4 aus der Staubtasche h herausgeförderten Windsichterstaub vermengt werden, ehe es zum Kesselhaus gelangt.

Auf ihrem Wege zur Setzmaschine durchwandert die Feinkohle die Hochleistungs-Windsichter f_3, die der Kohle den nichtwaschbaren Staub[1]) entziehen und ihn in der Staubtasche h abgeben. Die in den Feinkorn-Setzmaschinen h_3, Abb. 8, gewaschene Feinkohle fließt zusammen mit den aus dem Hochbehälter i kommenden Schlämmen in Rinnen, in die 15 mit Entwässerungsrohren i_3 ausgerüsteten Schwemmsümpfe k von je 130 t Inhalt, in denen sich die Kohle im Verlauf von 16 bis 20 h auf 11 bis 10 vH Feuchtigkeit entwässert. Die entwässerte Feinkohle gelangt durch Öffnungen im Boden der Entwässerungstürme über die Bänder k_3 auf das gemeinschaftliche Querband l_3, auf dem ihr mit Hilfe des Abstreichtisches m_3 und der Schnecke n_3 aus der Tasche h herangebrachter Windsichterstaub zugemischt wird. Die im Unterfaß der Feinkorn-Setzmaschinen h_3 anfallenden unreinen Feinberge werden in der Feinkorn-Nachsetzmaschine r_3 nachgewaschen und in Kohle, die der Kokskohle in den Schwemmsümpfen k zugegeben wird, und reine Berge getrennt.

Das gesamte im Umlauf befindliche Waschwasser gelangt aus den Setzmaschinen in die Sümpfe k, m, q und sammelt sich nach dem Übertritt über die Wandungen dieser Sümpfe in dem Eisenbetonkanal f, Abb. 6, aus dem es die

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 521 u. f.

Kreiselpumpen m_4 in die hochliegenden Klärbecken zurückschaffen. Oberhalb des Hochbehälters ist ein g nügend großer Raum freigehalten, um gegebenenfalls b sich ändernden Kohlen- oder Absatzverhältnissen eine A lage zur Schwimmaufbereitung von Schlämmen einbauen z können. Den Gang der geförderten Kohlen durch die A lagen, Abb. 1, zeigt der Stammbaum, Abb. 9. Ein Teil d in den Stammbaum eingetragenen Vorrichtungen ist z. noch nicht ausgeführt oder wird nicht benutzt (der g strichelte Teil, Abb. 9).

Die Zusammensetzung der Rohfeinkohle gab bei d Voruntersuchung das in der Waschkurve wiedergegeben Bild, Abb. 10. Hieraus ergibt sich bei Einbeziehung d Schicht mit 40 vH Asche als aschenreichster Schicht i die Reinkohle der mittlere Aschengehalt der gewaschene Kohle zu 5,22 vH bei einem Ausbringen von 80,8 vH un einem mittleren Aschengehalt der Berge von 68,4 vH Durch die Zugabe von 0,6 vH Schlamm mit 15,13 vH Asch und 8,7 vH trockenem Windsichterstaub mit 11,58 vH Asch zur entwässerten Feinkohle, wodurch auch der Endwasse gehalt der Feinkohle günstig beeinflußt wird, läßt sic unter Beibehaltung der Schicht mit 40 vH Asche als aschen

Abb. 7
Grobkorn-Setzmaschinen

Abb. 8
Feinkorn-Setzmaschinen

eichster Schicht in der Reinkohle ein Feinkohlenaus- ringen von 90,1 vH bei einem mittleren Aschengehalt der 'einkohle von 5,9 vH erzielen.

Das Gebäude der Kohlenwäsche ist, wie fast alle eueren Wäschen, in Eisenbeton hergestellt. Die Bau- usführung ist insbesondere deshalb bemerkenswert, weil um erstenmal ein amerikanischer Insley-Gießturm von 3 m Höhe von der Firma Heinrich Butzer, Dortmund, enutzt wurde, um den gesamten Bau im Gußbeton- erfahren herzustellen. Zur möglichst gleichmäßigen Be- ıstung des Baugrundes ist das Wäschegebäude, das eine rundrißausdehnung von 49,77 m Länge und 25 m Breite, ei einer größten Höhe von 39,1 m hat, auf einer 1450 m² roßen Eisenbeton-Rippenplatte gegründet. Bei den Schwemmsümpfen wurden mit Rücksicht auf die notwendige vollkommene Wasserdichtigkeit sogenannte Sternkehlen vorgesehen, die einen allmählichen Übergang von den steifen Ecken zu dem schwächeren elastischen Mittelteil der Wand bilden.

Die Anlagen sind von der Maschinenfabrik Gewerkschaft Schüchtermann & Kremer, Dortmund, in Verbindung mit der Zechendirektion der Vereinigten Stahlwerke A.-G. entworfen und ausgeführt worden. Die Eisenkonstruktionen für den Förderturm zur Schachthalle und Verladung sind von der Abteilung Dortmunder Union der Vereinigten Stahlwerke A.-G. geliefert, während die Betonkonstruktion der Wäsche von der Firma Heinrich Butzer, Dortmund, hergestellt wurde. [B 213]

euere Messungen mit dem Klydonographen

Mit dem Klydonographen (Wellenschreiber)[1]) sind viele 'ersuche ausgeführt worden, um seine Eignung für den raktischen Betrieb festzustellen[2]). Als Feinmeßgerät für berspannungen kann der Klydonograph nicht angesehen erden, da die ermittelten Werte erhebliche Streuung zeigen. agegen ist er gut brauchbar als Anzeigegerät für Überpannungen, deren Größe und Art mit hinreichender Geauigkeit geschätzt werden können.

Das Verwendungsgebiet liegt ungefähr zwischen 2,5 und) kV; bei Spannungen unter rd. 2,5 kV — der Wert dieser renzspannung schwankt — treten keine Lichtenbergschen iguren auf, weil das Spannungsgefälle für das Entstehen er Polbüschel nicht ausreicht. Zum Feststellen von Überpannungen, die oberhalb des angegebenen Verwendungsebietes liegen, ist die Einschaltung eines kapazitiven pannungsteilers notwendig. Da die Kapazitäten des Klyonographen und der Leitungen eine Änderung im Übertzungsverhältnis des Spannungsteilers hervorrufen, dürfen e Geräte nicht einzeln, sondern nur in betriebsmäßiger haltung geeicht werden. Das Übersetzungsverhältnis ist ıßerdem bei 50 Hertz[3]), Spannungsstößen und Hochfrequenz erschieden; darauf ist bei der Eichung zu achten. Um Vergleiche zu ermöglichen, ist es zweckmäßig, die Länge der Polbüschelfäden in den Lichtenbergschen Figuren auf ein Einheitsdielektrikum umzurechnen, bei Verwendung photographischer Platten z. B. auf 1 mm Plattendicke; die Umrechnung kann mit Hilfe eines Schaubildes erfolgen.

An der 110 kV-Leitung Etzdorf – Chemnitz-Süd wurden durch einen Klydonographen Wanderwellen eines Wellenerzeugers aufgezeichnet, der aus zwei Kondensatoren mit einer Funkenstrecke bestand. An der Hand von mehr als 600 Klydonogrammen wurde ermittelt, daß sich der Klydonograph zur Feststellung der Anzahl, des Vorzeichens und der ungefähren Höhe von Überspannungswellen gut eignet, wenn man keine übermäßigen Anforderungen an die Meßgenauigkeit stellt. [N 557] Pa.

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 859 und Journ. of the Am. Inst. of El. Eng. l. 44 (1925) S. 1094.

[2]) Hescho-Mitteilungen Heft 34 (Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren- m. b. H.)

[3]) Perioden in der Sekunde.

Autogyro-Wasserflugzeug

Im Auftrage des Air Ministry sind mehrere Landflugzeuge, Bauart „Autogyro" des Konstrukteurs de la Cierva[1]), ausgerüstet mit 120 PS-Motoren, gebaut worden. Die mit Erfolg durchgeführten Untersuchungen werden jetzt auch mit Wasserflugzeugen fortgesetzt werden. Auf Veranlassung des Air Ministry wird zur Zeit ein mit einem 450-pferdigen Bristol-Jupiter-Motor ausgerüstetes Wasserflugzeug mit einer Autogyro-Hubschraube hergestellt. Bemerkenswert an dieser Bauart ist die hohe Motorleistung. („The Engineer" 1. Juli 1927 S. 1) [N 625 d] Gw.

[1]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1422 und Bd. 71 (1927) S. 651.

Zur Entwicklungsgeschichte der Hohlseile

Von Dr.-Ing. August Fuchs, Berlin

Die Schaffung von Hohlseilen ist begründet durch die Notwendigkeit, elektrische Freileitungen für sehr große Leistungen und Entfernungen bei wirtschaftlichstem Baustoffaufwand zu bauen. Gestaltung der Hohlseile mit und ohne Stützorgan sowie mit bedingt wirkendem Stützorgan. Festigkeitsprüfungen. Verlegung von Hohlseilleitungen in Deutschland[1])

Rheinkreuzung der Hohlseil-Fernleitung des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes bei Koblenz

Der Gedanke der wirtschaftlichen Ausnützung unserer Kraftquellen zwingt die Technik der elektrischen Kraftübertragung zur Bewältigung immer größerer Leistungsmomente, d. h. zur Übertragung großer Leistungen auf weite Entfernung. Um höchste Wirtschaftlichkeit zu erzielen, ist es dabei notwendig, höhere Übertragungsspannungen als bisher zu wählen. Aus den bisherigen Hochspannungsanlagen in der Größenordnung von 100 kV werden Höchstspannungsanlagen mit neuen Verhältnissen und neuen Aufgaben.

Vor allem machen sich bei diesen hohen Spannungen zwei Erscheinungen an den Leitern selbst immer mehr bemerkbar: Glimmverluste (Korona) und Hautwirkung (Skineffekt), die berücksichtigt werden müssen. Glimmverluste treten auf, sobald die elektrische Feldstärke an der Draht- oder Seiloberfläche einen gewissen Wert übersteigt. Diese Feldstärke ist abhängig von der Betriebspannung, der Leiteranordnung am Mast, dem Seildurchmesser und der Oberflächenbeschaffenheit des Seiles. Bei den bisher gebräuchlichen Übertragungsspannungen und den unter Berücksichtigung der Übertragungsleistungen gewählten Freileitungsabmessungen blieben die Glimm- und Strahlungsverluste innerhalb praktisch bedeutungsloser Grenzen. Anders liegen die Verhältnisse bei Betriebspannungen von 200 kV an aufwärts. Bei den durch die Übertragungsleistung vorgeschriebenen Abmessungen treten bei diesen Spannungen durch die Koronawirkung Verluste auf, die die Anlage derartiger Leitungen unwirtschaftlich machen würden. Durch Vergrößerung der Leiterabstände und des Leiterdurchmessers ist es möglich, sie innerhalb wirtschaftlich tragbarer Grenzen zu halten. Dabei kommt man zu Leiterabmessungen, die bei Verwendung der bisher gebräuchlichen Vollseile sehr hohe Anlagekosten bedingen würden. Der Leiterdurchmesser muß erhöht werden bei Innehaltung des durch die Übertragungsleistung bedingten wirtschaftlichen Querschnittes.

Es gibt für jede Hochspannungs-Übertragungsanlage bei gegebenem Leistungsmoment einen wirtschaftlichen Leiterdurchmesser, der durch das Verhältnis der Anlag kosten bei steigendem Leiterdurchmesser zu den Koste der Strahlungsverluste bei dem betreffenden Leiterdurcl messer bestimmt ist. Die Gesamtwirtschaftlichkeit wir um so höher, je weiter sich bei gleichem Strompreis da Verhältnis zugunsten des größeren Leiterdurchmesser verschiebt. Demnach wird also am wirtschaftlichsten ei Leiter großen Durchmessers sein ohne größeren als durc die Übertragungsleistung gegebenen Leiterquerschnitt.

Diese Überlegung führt also zu einer hohlen ode rohrförmigen Ausbildung der Leiter, bei der sich de Außendurchmesser nach der zu benutzenden Spannun richtet, während die Wanddicke durch den zu benutzende Querschnitt für die Stromübertragung festgelegt wird. Be dieser hohlen Ausbildung werden gleichzeitig unnütz Zusatzverluste durch Stromverdrängung (Skineffekt) ve mieden. Baut man derartige Hohlseile aus Runddrähte auf, so erhält man eine verhältnismäßig rauhe Oberfläch und dadurch zusätzliche Koronaverluste. Es ist dahe zweckmäßiger, die Oberfläche glatt zu gestalten und den gemäß das Hohlseil aus Einzeldrähten von ringstück ähnlichen Querschnitten zusammenzusetzen. Als Mitte werte für den Durchmesser derartiger Leiter kann ma annehmen:

für 200 kV etwa 25 mm,
„ 300 „ „ 35 „ ,
„ 400 „ „ 45 „ .

Bereits im Jahre 1919 wurde den Siemens-Schucker Werken ein grundlegendes Patent[2]) erteilt, worin dies Erkenntnisse ausführlich niedergelegt sind, und das som für die ganze weitere Entwicklung der Höchstspannungs Hohlseile die Grundlage gibt. Das Patent schützt ve seilte Hochspannungsleiter mit einem geschlossenen Leite mantel aus Einzeldrähten von ringstückförmigen Que schnitten, die um eine Seele großen Durchmessers ang ordnet sind; die Seele als Stützorgan kann in beliebige Form ausgestaltet werden. Durch Vergrößerung de Leitermantels und Ausbildung mit glatter Oberfläche we den die Glimm- und Strahlungsverluste soweit herabg setzt, daß bei Verwendung solcher Leiter mit Höchstspar nungen wirtschaftlich gearbeitet werden kann.

[1]) Vergl. Schien, Vortrag in der Jahresversammlung 1926 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, ferner W. Wolff, Die Entwicklung der Hohlseile, ETZ Bd. 47 (1926) S. 969.

[2]) DRP Nr. 393 516.

Abb. 1 und 2
Hochspannungsleiter, Bauart SSW

Abb. 3 und 4
Hohlseil, Bauart AEG

Abb. 7
Hohlseil der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M.

Die weitere Entwicklung der Hohlseile ist in Deutschland untrennbar mit dem Namen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE), Essen, verknüpft, das mit einer vorbildlichen technischen Großzügigkeit die Aufgabe stellte, Freileitungseile auf der oben genannten Grundlage herzustellen, und das ihre Entwicklung besonders durch Versuchstrecken und durch Probeverlegung hervorragend förderte.

Gestaltung der Hohlseile und Prüfergebnisse

Es war also die Aufgabe zu lösen, Seile mit großem Außendurchmesser und verhältnismäßig kleinem kreisringförmigem Querschnitt — also Hohlseile — herzustellen, deren mechanische Eigenschaften denen von Vollseilen gleichkommen. Dabei macht es besondere Schwierigkeiten, den Hohlseilen genügende Widerstandfähigkeit gegen radialen Druck zu geben. Nach der Lösung dieser Aufgabe unterscheidet Schien drei Gruppen von Hohlseilen:

1. Hohlseile mit Stützorgan,
2. Hohlseile, die sich selbst stützen,
3. Hohlseile mit Stützorgan und bedingt sich selbst stützenden Decklagen.

1. Die ältesten Ausführungsformen eines Freileitungshohlseiles, die in dem bereits erwähnten grundlegenden Patent der SSW aus dem Jahre 1919 beschrieben sind, verwenden ein inneres Trag- oder Stützorgan, das bei der Herstellung und im Betrieb die gegenseitige Lage der Teilleiter sichert und außerdem die axiale Zugbeanspruchung des Gesamtleiters ganz oder zum Teil aufnehmen kann, falls man weniger festen Leitungsbaustoff benutzen will, Abb. 1 u. 2. Um dieses Stützorgan aus leitendem oder nichtleitendem Werkstoff ist die Trag- oder Leiterverseilung gelegt. Eine andere Ausführungsform zeigt Abb. 3[3]). Die Leitungsdrähte sind auf einem Metallschlauch verseilt, die Zugfestigkeit übernimmt ein eigenes in den Metallschlauch eingezogenes Tragseil. Ähnlich ist eine ebenfalls dem Jahre 1922 entstammende Ausführung[4]), die den Zweck haben soll, bei bestehenden Leitungen eine Erhöhung der Betriebspannung zu ermöglichen, Abb. 4. Der Durchmesser des vorhandenen Seiles wird durch einen darübergezogenen Metallschlauch künstlich vergrößert und die dadurch entstehende zusätzliche Belastung durch ein eingezogenes Tragseil aufgenommen.

In der Entwicklungszeit sind nur zwei derartige Konstruktionen ausgeführt worden. Eine Bauart ist von Felten & Guilleaume entwickelt, Abb. 5, bei der um eine Runddraht-Schraubenfeder (im Anfang aus Stahl, später aus Bronze hergestellt) zwei Lagen gleicher Flachdrähte im Gegenschlag verseilt sind. Aus dem gleichen Jahr 1924 stammt die zweite Bauart[5]), Abb. 6. Über ein den Kern bildendes Tragseil ist ein Metallband hochkantig und in beliebiger Steigung schraubenförmig gewickelt. Um dieses Stützorgan werden eine oder mehrere Lagen Leitungsflachdrähte in gewohnter Weise verseilt.

2. Die Konstruktionen der Hohlseile ohne Stützorgan haben bisher größere Anwendung nicht gefunden. In dieser Gruppe wäre das der Metallbank und der Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., im Jahr 1924 geschützte Hohlseil[6]), Abb. 7, zu nennen. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß es aus einer größeren Anzahl nebeneinanderliegender, stromleitender, zweckmäßig verdrallter

[3]) DRP Nr. 393 938 der AEG aus dem Jahre 1922.
[4]) DRP Nr. 392 076 der AEG.
[5]) DRP Nr. 416 027 der AEG. [6]) DRP Nr. 419 375.

Abb. 8
Hohlseil von 42 mm Dmr., Bauart der Heddernheimer Kupferwerke

Abb. 5
Hohlseil von 42 mm Dmr., Bauart Felten & Guilleaume

Abb. 6
Hohlseil von 42 mm Dmr., Bauart AEG

RZ2728Z9

Abb. 9
SSW-Hohlseil

Abb. 10
Zerreißversuch an einem Hohlseil nach Abb. 9

Abb. 11
Stützorgan der Siemens-Schuckert-Werke

RZ2728Z14u15

Abb. 14 und 15
Hohlseil der Anaconda Copper Mining Co.

Bänder besteht, die an ihren Rändern mit nach dem Inneren des Rohres gerichteten Falzen versehen sind, in die bandförmige Verbindungsglieder mit entsprechenden Gegenfalzen lose eingreifen. Ferner wäre das sogenannte Heddernheimer Hohlseil vom Jahr 1925 zu erwähnen, Abb. 8, das aus Bändern besteht, die mit Nut und Feder ineinander eingreifen und verseilt sind[7]). Die Konstruktionen ohne Stütze wären theoretisch wohl am günstigsten, da der ganze Baustoff mechanisch tragender Leiterquerschnitt sein könnte, dürften aber praktisch die notwendige Festigkeit gegen radialen Druck bei geringstem Leiterquerschnitt und Freibleiben von Verdrehungsspannungen nur schwer erreichen lassen.

3. Aus dieser Erwägung heraus wurden die Hohlseile mit Stützorgan und bedingt sich stützenden Decklagen entwickelt. Auf Grund der heutigen Erkenntnis kann wohl gesagt werden, daß diese Seile sich als durchaus betriebsicher gezeigt haben. Die beste Lösung, die den Baustoff mechanisch und elektrisch weitestgehend ausnutzt, muß mit geringstem Totgewicht arbeiten. Die Erfüllung dieser Forderung ist die Grundlage für das von den Siemens-Schuckert-Werken ausgeführte Hohlseil. Die beiden im Gegenschlag verseilten Decklagen sind so bemessen, daß die Drähte der inneren Lage einander wie Gewölbesteine in sich selbst abstützen und durch die äußeren Lagen zusammengehalten werden, Abb. 9. Sie liegen auf dem Stützorgan wie eine Balkendecke und nehmen den Hauptteil der Druckbeanspruchung bei Verlegung und Betrieb auf, während das Stützorgan, das vor allem als Lehrgerüst bei der Herstellung dient, dem Seil zusätzliche Sicherheit gibt. Dadurch ist es möglich, das Stützorgan so sehr zu entlasten, daß es im gespannten Seil keine Kerbwirkung mehr auf die Deckdrähte ausübt, die bei dieser Bauart bei Belastung bis zur Bruchlast unabhängig von der Auflagelinie auf das Stützorgan reißen, Abb. 10. Dieser Vo teil wird sich besonders bei der Dauerbeanspruchung i Betrieb bemerkbar machen.

[7]) DRP Nr. 430 826.

Die Siemens-Schuckert-Werke verwenden als Stüt organ ein um seine Längsachse verdrehtes Kupferban das zur Erhöhung der Knickfestigkeit und zur Erlangu möglichst geringen Totgewichtes senkrecht zur Längsach gewellt ist, Abb. 11 und 12. Das RWE-Seil (Ausführung form 1926), zu dem die Decklagenbauart vom SSW-Se übernommen wurde, hat als Stützorgan eine **T**-Drah schraubenfeder, Abb. 13, die man als eine Verbindung d Stützorganes nach DRP 416 027 der AEG — und zw ohne Kernseil — mit der Runddraht-Schraubenfeder, d Felten & Guilleaume in ihrem Seil der ersten Grup verwenden, auffassen könnte.

Auch das Ausland hat Versuche zur Ausbildung v Hohlseilen gemacht, die aber nur in Amerika zu eine einigermaßen abschließenden Ergebnis gebracht wurde Das Seil der Anaconda Copper Mining Co., Abb. 14 und 1 hat ein Stützorgan aus einem **I**-förmigen, um seine Läng achse verdrehten Kupferband, um das zwei Lagen v Kupfer-Runddrähten geschlagen sind. Das Stützorgan i verhältnismäßig schwer; bei einem Seil von 28 mm Dm wiegt es etwa 170 kg — nach einer bekannten deutsche Bauart könnte es mit etwa 120 kg bei gleichem Seildurc messer ausgeführt werden — und bietet dabei verhältni mäßig wenig Auflagelinie für die Deckdrähte. Die Run drähte geben keine glatte Oberfläche, so daß daher d Hauptwirkung, kleinste Koronaverluste zu erzielen, nic erreicht ist. Ein weiterer Nachteil der Runddrähte ist d Schwierigkeit, kleinste Seilquerschnitte zu erreichen. E Seil von 28 mm Dmr. nach der Anaconda-Bauart h 330 mm² Leiterquerschnitt; das entspricht einem Füllfakto von 54 vH, der kaum mehr wesentlich unterschritten we den kann. Ein Seil gleichen Durchmessers mit Flac drähten hat etwa 200 mm² Leiterquerschnitt, also eine

Abb. 12
Hohlseil, Bauart SSW, mit Stützorgan nach Abb. 11

Abb. 13
Hohlseil, Bauart des RWE, mit T-förmigem Stützorgan

Abb. 16
RWE-Hohlseilstrecke, Tragmast

Abb. 17
RWE-Hohlseilstrecke, Abspannmast

Füllfaktor von nur 32,5 vH, der, falls es notwendig ist, auch noch weiter unterschritten werden kann. Seile von 28 mm Dmr. sind für eine Spannung von etwa 200 kV bestimmt; es dürfte unter Zugrundelegung der heute üblichen und heute vorauszusehenden Verhältnisse für 200 kV-Anlagen höchstens ein Querschnitt von rd. 200 mm² bei Verwendung von Reinkupfer in Frage kommen.

Die deutschen Ausführungen nach Gruppe 3 verwenden im Hinblick auf die hohen Anforderungen an Festigkeit und Beständigkeit vor allem Kupfer — in Sonderfällen für sehr große Spannweiten auch Bronze — als Baustoff, und zwar selbstverständlich für den ganzen Querschnitt, also für Stützorgan und Decklage, so daß, auch elektrisch betrachtet, einheitliches Leitermetall vorhanden ist. Es sind auch Versuche mit Aluminium und Stahlaluminium gemacht worden oder noch im Gange. Hohlseile aus Stahlaluminium bieten jedoch in elektrischer Hinsicht wegen der erhöhten Wechselstromverluste und auch im Hinblick auf geringere Beständigkeit bei Wahl zweier verschiedener Baustoffe keine Vorteile.

Innenlage
Tragorgan
Außenlage

Zahlentafel 1

Prüfergebnisse von Hohlseilen auf Zugfestigkeit

Baustoff des Seiles: Kupfer

Kennzeichnung: SSW-Hohlseil von 40 mm Dmr. und 340 mm² Querschnitt

Nullast: $P_0 = 2000$ kg Spannung $\sigma_0 = 5{,}91$ kg/mm²

Seilquerschnitt mm²	Ganze Länge mm	Freie Länge mm	Meßlänge mm	Gesamte (λ, ε), federnde (λ', ε') und bleibende (λ'', ε'') Dehnung des Seiles für die (oder nach den) überschriebenen Belastungen P und Spannungen σ										Bruchlast Gesamt kg	Bruchlast Spannung kg/mm²	Bemerkung zur Bruchlage
				—	P in kg / σ in kg/mm²	3000 / 8,9	4000 / 11,85	6000 / 17,8	8000 / 23,6	10 000 / 29,6	11 000 / 32,6	12 000 / 35,5	13 000 / 38,5			
338	5700	5550	$L_1 = 4420$	unmittelbar an Marken gemessen	λ in $^1/_{10}$ mm	14	32	68	116	178	200	261	381	13 400	39,7	Alle Drähte der Innenlage, 15 Drähte der Außenlage im freien Probeteil gerissen. Tragkörper (gewelltes Schneckenband) nicht verdrückt
					λ' ,, ,, ,,	14	30	55	81	104	—	—	—			
					λ'' ,, ,, ,,	0	2	13	35	74	—	—	—			
					ε in vH	0,032	0,073	0,154	0,263	0,403	0,452	0,590	0,862			
					ε' ,, ,,	0,032	0,068	0,125	0,183	0,235	—	—	—			
					ε'' ,, ,,	0	0,005	0,029	0,080	0,168	—	—	—			
					$E = \frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ in kg/mm²	9300	8700	9500	9 650	10 100	—	—	—			
			$L_2 = 3600$	gemessen mit Leunergeräten	λ in $^1/_{1000}$ mm	1320	2895	6118	10 073	15 263	—	—	—			
					λ' ,, ,, ,,	1327	2634	5065	7 005	8 915	—	—	—			
					λ'' ,, ,, ,,	—7	261	1053	3 008	6 348	—	—	—			
					ε in vH	0,0361	0,0791	0,1670	0,2740	0,4170	—	—	—			
					ε' ,, ,,	0,0363	0,0720	0,1380	0,1920	0,2440	—	—	—			
					ε'' ,, ,,	0,0002	0,0071	0,0290	0,0820	0,1730	—	—	—			
					$E = \frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ in kg/mm²	8250	8250	8600	9200	9700	—	—	—			
			—	Durchmesser des Seiles bei $P = 0$ 41,3 mm		40,7	40,67	40,61	40,56	40,5	—	—	—			

Da bei den besten Konstruktionen das Tragorgan nur etwa 4 bis 8 vH des Gesamtgewichtes beansprucht und z. T. an der Leitung teilnimmt, so ist, elektrisch gesprochen, das Totgewicht fast null. Der Widerstand der Hohlseile berechnet sich für überschlägige Rechnungen in einfacher Weise aus dem Nenn-Querschnitt, bei Hohlseilen gleich der Summe der Einzeldraht-Querschnitte in den Decklagen, indem man für diese Leitfähigkeit 60 $\frac{\mathrm{m}}{\Omega\,\mathrm{mm}^2}$ bei 20 ° C annimmt. Diese hohe Leitfähigkeit kommt dadurch zustande, daß etwa 65 vH des Tragorganes zusätzlichen Leiterquerschnitt bilden. Für 1 km Länge und 1 mm² Querschnitt ist demnach der Gleichstrom-Widerstand bei 20 ° C = 16,6 Ohm. Der Wechselstrom-Widerstand ist bei den großen Außendurchmessern der Hohlseile um etwa 6 bis 7 vH höher als der Gleichstrom-Widerstand.

Bei Kupferseilen dieser Bauart kann mit einer mittleren Bruchfestigkeit von 40 kg/mm² Querschnitt, bezogen auf die Summe der Einzeldrähte, gerechnet werden. Die Wärmeausdehnung gleicht der eines Vollseiles aus gleichem Baustoff. Der Elastizitätsmodul ist, wie aus Zahlentafel 1 hervorgeht, etwa der eines Vollseiles. Zur Prüfung der Druckfestigkeit wurden verschiedene Untersuchungsverfahren ausgearbeitet, die die im Betrieb und bei der Verlegung vorkommenden Beanspruchungen zwar nur unvollkommen erfassen, jedoch ebenso wie die Betriebserfahrungen zeigen, daß die Hohlseile der Gruppe 3 allen Beanspruchungen gewachsen und dabei doch wie Seile beweglich sind.

Bau von Hohlseilleitungen

Hand in Hand mit der Ausbildung der Seile ging die Ausbildung der Verlegung. Sie ist für Hohlseile von der Verlegung von Vollseilen vor allem dadurch unterschieden, daß viel größere Lasteinheiten zu bewältigen sind. Die Seile werden im allgemeinen in Längen von 1000 bis 2000 m geliefert; das gibt je nach dem Querschnitt Gewichte von 2000 bis 10 000 kg, die oft im schwierigsten Gelände bewegt werden müssen. Bei der Verlegung von Hohlseilen ist ferner zu beachten, daß sie nicht so schar gebogen werden dürfen wie Vollseile. Dementsprechen ist das Gerät auszubilden.

Alle Schwierigkeiten, die der Herstellung und de Verlegung von Hohlseilen entgegenstanden, sind aber heut überwunden. Im Frühjahr 1926 konnte das RWE, Essen einen 200 km langen Abschnitt von Neuenahr bis Rheina mit Hohlseilen mit 42 mm Dmr. und 400 mm² Kupfer querschnitt ausbauen. Die Verlegung der aus zwe Systemen zu je drei Phasen bestehenden Leitung habe die Firmen AEG, SSW und Elektrobau Dessau ausgeführ 1200 km Hohlseil wurden nach der Ausführung der RWE und der SSW, also nach dem Konstruktions-Grundgedan ken der Gruppe 3, von den Firmen AEG, Felten & Guilleaume und SSW geliefert. Die mittlere Masthöh betrug 35 bis 40 m mit bis zu 22 m breiten Auslegern die mittlere Mastenentfernung 270 m, Abb. 16 und 1' Die größte freie Spannweite dieser Leitung hat die vo den SSW mit Bronzehohlseilen von 26 000 kg Zerreiß festigkeit ausgerüstete Kreuzung des Lahntales, nahe Ba Ems, mit 864 m bei 90 m Durchhang und etwa 100 m Ab stand der Leitung von der Talsohle. Einer der technisc interessantesten Punkte ist außer der von der AEG ge bauten Mainkreuzung auch noch die von den SSW ver legte Rheinkreuzung nördlich von Koblenz, s. Titelbil S. 1014, wo in zwei Spannfeldern von etwa 550 m die Lei tung auf 125 m hohen Gittertürmen über den Rhein ge führt wird. Im Herbst 1926 ist die ganze Leitung vom Goldenberg-Werk bis Rheinau bei Mannheim fertigge stellt worden; sie ermöglicht die Kupplung von Braun kohlen- und Wasserkraftenergie zweier wichtiger Strom versorgungsgebiete Deutschlands.

Die hier in kurzen Zügen gezeichnete Entwicklungs arbeit ermöglicht einen Ausbau der elektrischen Kraft versorgung ohne Rücksicht auf Landes- und Reichsgrenze Sie führt Deutschland wieder an die Spitze im Frei leitungsbau und ist ein beredtes Zeugnis dafür, was gut Gemeinschaftsarbeit zwischen Verbraucher und Er zeugerfirma zu leisten imstande ist. [B 2728]

Neue Gemeinkostenzahlen aus dem Maschinenbau[1])

Dem Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten gebührt der Dank der gesamten deutschen Industrie, daß er ihr mit der Herausgabe der Seyderhelmschen Schriften (die erste Ausgabe mit den Zahlen von 1924 erschien 1925) neue Grundlagen zur Hebung ihrer Wirtschaftlichkeit erschlossen hat. Nicht minder anzuerkennen ist die von fortschrittlichem Gemeinsinne zeugende Mitarbeit der Werke, die frei von kleinlicher Geheimniskrämerei die Zahlen ihrer Selbstkostenrechnung bekanntgaben. Erst dadurch wurden die Ermittlungen möglich, die der Verfasser in mühevoller Rechnungsarbeit zu einem Gesamtbilde vereinigte. Die Schwierigkeiten solcher Betriebsvergleiche sind damit schon berührt: noch immer sind die Uneinheitlichkeit der Selbstkostenberechnung und die Scheu vor Preisgabe von „Betriebsgeheimnissen" schwer überwindbare Widerstände, die sich einer planmäßigen Auswertung solcher Vergleiche entgegenstellen.

Brachte die erste Ausgabe (VDMA-Druckschrift S. 12) nur die Ergebnisse eines Jahres, so erweitert sich im vorliegenden Hefte der Überblick zu einem Bilde der Entwicklung während dreier Jahre, in denen Beschäftigungsgrad, Löhne und Rohstoffpreise erhebliche Änderungen zeigten. Ihr Einfluß spiegelt sich deutlich und meist in ungünstiger Weise in den Betriebsgemeinkosten wider; anderseits zeigen einzelne Zahlen, wie trotz ungünstiger Wirtschaftslage durch planmäßige Rationalisierung auf Grund eingehender Selbstkostenverfolgung wirtschaftliche Verbesserungen zu erzielen sind. Überall wird klar ersichtlich, daß die übliche Berechnung der Gemeinkostensätze in vH der Fertigungslöhne kein richtiges Bild gibt; so betragen z. B. die Betriebsgemeinkosten einer Anzahl Gießereibetriebe im Mittel

	1924	1925	1926	
bei einem Beschäftigungsgrade von	72	79	41	vH
bezogen auf Fertigungslöhne . . .	310	263	294	„
dagegen bezogen auf die Fertigungsstunde	2,20	2,41	3,09	ℳ/h.

Für sechs mechanische Werkstätten einschließlich Schlos serei ergaben sich die mittleren Betriebsgemeinkosten

	1924	1925	1926	
bei einem Beschäftigungsgrade von	75	75	56	vH
bezogen auf Fertigungslöhne zu . .	203	194	269	„
bezogen auf die Fertigungsstunde	1,29	1,62	2,51	ℳ/

für etwa die gleichen Werke als Gesamtbetriebe betrugen die Betriebs- und Handlungsgemeinkosten zusammen

bei einem Beschäftigungsgrade von	75	81	52	vH
bezogen auf Fertigungslöhne . . .	357	321	363	„
bezogen auf die Fertigungsstunde	2,30	2,50	3,09	ℳ/h

Für den Anteil von Nebenbetrieben und einzelnen Kosten arten an den Gemeinkosten werden mehrere umfangreiche Zahlentafeln gebracht, aus denen einige Durchschnittswerte bezogen auf die Fertigungsstunde, hier erwähnt seien:

Die Kosten betrugen	1924	1925	1926	
bei einem Beschäftigungsgrade von	77	81	51	vH
für Werkzeugmacherei und Maschinenreparatur	0,22	0,24	0,38	ℳ/l
„ Heizung der Fabrikräume . .	0,033	0,032	0,03	„
„ elektr. Strom und Kraft . . .	0,135	0,137	0,154	„
„ Gesamtgehälter	0,64	0,76	1,19	„
„ Steuern	0,24	0,15	0,20	„

Auf jeder Seite der Schrift steht so die Mahnung, durch gründliche Ermittlung solcher Kosten den Betrieb bis ins kleinste zu erforschen und die Stellen zu suchen, an denen Ersparnisse möglich sind. Unter den Beispielen ist eines über den Energieverbrauch einer nicht voll ausgenutzten Werkzeugmacherei (Gruppenantrieb von 13 Werkzeugmaschinen durch einen Elektromotor) sehr lehrreich. Nur 16 vH der dem Motor zugeführten Arbeit wurde als Zerspanungs arbeit nutzbar gemacht, während 30 vH auf Leerlaufarbei der Werkzeugmaschinen und 54 vH auf Leerlaufarbeit der Vorgelege und des Elektromotors entfielen.

In ähnlicher Weise bieten noch viele Stellen des Betriebes Gelegenheit für Wirtschaftlichkeitsmessungen und Verbes serungen. [N 605] Zdl.

[1]) Dr.-Ing. K. Seyderhelm, „Die Entwicklung der Unkostensätze und Nebenbetriebskosten in Maschinenfabriken und verwandten Betrieben". Ausgabe II: Ziffern für 1924 bis 1926 (VDMA-Drucksache Februar 1927. S. 19, vergl. a. S. 1040 dieses Heftes).

Fortschritte im Bau von Gleiswiegevorrichtungen

Von Dr.-Ing. Max Raudnitz, Darmstadt

Beschreibung einer Wage ohne Gleisunterbrechung der bekannten Bauart — Schwierigkeiten bei der Einführung neuzeitlicher Herstellverfahren im Gleiswagenbau — Beschreibung einer neuen Wagenbauart und ihrer baulichen, fabrikatorischen und wirtschaftlichen Vorteile — Eichergebnisse

Der Gleiswagenbau ist einer von den Herstellzweigen des Maschinenbaues, bei denen die Mannigfaltigkeit der Formen innerhalb einer Maschinengattung ine Normalisierung und Typisierung äußerst erschwert ·der unmöglich macht. Die von den verschiedenen Käuern und Käufergruppen verlangten Ausführungsarten sind ier so zahlreich, daß bei den bisher bekannten Konstrukionen eine größere Reihenherstellung so gut wie unmögich war. Es soll nun im folgenden gezeigt werden, velcher Art die Schwierigkeiten sind, die bei einer Reihenerstellung auftreten, und wie das Bestreben, sie zu beeitigen, in diesem Falle zum Beschreiten ganz neuer Vege zur Lösung der vorliegenden baulichen und fabriatorischen Aufgaben geführt hat.

Beschreibung einer Wage bekannter Bauart ohne Gleisunterbrechung

Bei der in Deutschland heute vorherrschenden W a g e hne G l e i s u n t e r b r e c h u n g ist die Wagenbrücke o schmal, daß sie innerhalb der Fahrschienen angeordnet verden kann. Die Fahrschienen laufen ohne Unterbrehung an beiden Seiten der Wagenbrücke vorbei und ind fest gelagert. Im Ruhezustand liegt die Wagenbrücke o tief, daß alle Fahrzeuge, also auch schwerste Lokomoiven, über die Wage fahren können, ohne die Brücke der den Wägemechanismus zu berühren. Soll ein Eisenahnwagen gewogen werden, so wird er über die Wagenrücke geschoben und diese durch Windwerk so lange ngehoben, bis der Wagen mit seinen Radspurkränzen ollständig von den Fahrschienen abgehoben ist und soit von der Brücke getragen wird, Abb. 1 und 2. Obwohl ie Wage ohne Gleisunterbrechung zur Entlastung einen iel größeren Arbeitsaufwand verursacht, als die ihr orangegangene ältere Bauart, die Wage mit Gleisunterrechung, hat sie sich wegen der größeren Schonung von Brücke und Wiegemechanismus beim Befahren mit Lokomotiven und andern Fahrzeugen, die nicht zur Verwiegung gelangen sollen, in Deutschland durchgesetzt und die Wage mit Gleisunterbrechung heute fast ganz verdrängt.

Abb. 1 und 2
Wage ohne Gleisunterbrechung

Für die Wage ohne Gleisunterbrechung hat sich im Laufe der Zeit eine Bauart herausgebildet, die grundsätzlich von allen deutschen Wagenfabriken ohne nennenswerte Unterschiede angewendet wird. Abb. 3 bis 6 zeigen eine solche Wage. Die Fahrschienen *a* liegen auf einem Rahmen aus Formeisen *b*, mit dem auch sämtliche Lagerstellen der Hebel in fester Verbindung stehen. Die Wagenbrücke, eine Eisenkonstruktion aus Formeisen, ist mittels der Pendelstützen *c* und Pendelgehänge *d* schwingend an den Hauptschneiden *s* der großen Haupttraghebel *e* (Dreieckhebel) aufgehängt. Die Lastdrücke werden durch das Hintereinanderschalten von Dreieckhebel *e* und Querhebel *f*, meist im Verhältnis 1 : 100, ins Kleine übersetzt

Abb. 3
Längsschnitt

Abb. 5
Querschnitt durch Querhebel, Entlastung und Wiegebalken

Abb. 4
Grundriß

Abb. 6
Querschnitt durch die Pendelstützen

Abb. 3 bis 6
Alte Bauart einer Gleiswage ohne Gleisunterbrechung

a Fahrschiene
b Formeisenrahmen
c Pendelstütze
d Pendelgehänge
e Haupttraghebel
f Querhebel
g Zugstange
h Wiegebalken
i Laufgewicht
k hintere Schneide von
l Geradführung
m Entlastungsschwinge
n Zahnstange
o Rädervorgelege
p Handkurbel
q Gegengewicht
r Vorderschneide von *e*
s Hauptschneide von *e*
t Verbindungsgehänge
u Mittelschneide von *f*
v Einsteigklappe

Abb. 7 bis 10
Gleiswage ohne Gleisunterbrechung, neue Bauart

a Fahrschiene
b Zwischenhebel
c Pendelstütze
d Pendelgehänge
e Haupttraghebel
f Zugstange
g Hinterachse
h Entlastungshebel
i unterer Angriffpunkt
k Trommel
l Umlenkrolle
m desgl.
n Trommel des Wiegeständers
o durchgehende Achse von *h*
p Vorderschneide von *e*

und mittels der Zugstange *g* zum Wiegebalken *h* übertragen. Ausgewogen wird dadurch, daß man durch Verschieben des Laufgewichtes *i* am Wiegebalken Gleichgewicht herstellt. Die Wagenbrücke wird bei der Entlastung ebenfalls mittels der Wiegehebel gehoben und gesenkt; zu diesem Zwecke kann die hintere Schneide *k* des Querhebels in einer Geradeführung *l* auf- und abbewegt werden. Diese Entlastungsbewegung wird durch die Entlastungsschwinge *m* eingeleitet, einen zweiarmigen Hebel, der durch eine Zahnstange *n* und das Rädervorgelege *o* von der Handkurbel *p* aus mechanisch oder auch durch Kraftbetrieb betätigt wird. Zum Zwecke der Kraftersparnis bei der Entlastung trägt die Entlastungsschwinge ein schweres Gegengewicht *q*, durch das etwa die Hälfte der zu hebenden Höchstlast ausgeglichen wird.

Nachteile der alten Bauart und Schwierigkeiten bei der Einführung neuzeitlicher Herstellverfahren

Die langen Dreieckhebel der beschriebenen Bauart erleiden bei der Belastung elastische Durchbiegungen, die mehrere Millimeter betragen und je nach der Größe der Belastung und der Brückenlänge verschieden sind. Diese große Durchbiegung ist eine erhebliche Gefahr für die Genauigkeit der Wage; denn es ist nachgewiesen worden[1]), daß die Durchbiegung der Dreieckhebel von sehr großem Einfluß auf die Größe ihres Übersetzungsverhältnisses ist. Ein weiterer baulicher Nachteil der beschriebenen Wage ist die Art der Entlastung. Um der Wagenbrücke den gesetzlich vorgeschriebenen Mindesthub von 30 mm zu erteilen, muß man die Vorderschneiden *r* der Dreieckhebel, Abb. 3 bis 6, und mit ihnen die Schneiden *k* und *u* des Querhebels um etwa 300 bis 400 mm heben oder senken; diese großen Wege sind eine erhebliche Gefahr für die Schneiden, die sich hierbei leicht in ihren Pfannen verschieben und zerstört werden können. Hinzu kommt noch, daß die Kreisbogen, die die beteiligten Schneiden hierbei beschreiben, in verschiedenen Ebenen liegen. Die Verbindungsgehänge *t* zwischen Vorderschneide des Dreieckhebels und Mittelschneide des Querhebels müssen sich hierbei schräg stellen; auch dieser Umstand ist oft die Ursache für Verlagerungen und Verformungen der Schneiden. Das Eichgesetz läßt aus diesem Grunde bei der Prüfung der Entlastung zu, daß die einzelnen Wiegeergebnisse, die bei mehrmaligem Entlasten der mit der vollen Last belasteten Wagenbrücke ermittelt werden, untereinander Unterschiede bis zu ¼ vT der Höchstlast aufweisen.

Unter den Nachteilen bei der Herstellung der bisher bekannten Bauart steht an erster Stelle die Mannigfaltigkeit der Brückenlängen und Wiegefähigkeiten. Je nach den Bedürfnissen der Käufer werden Brückenlängen von 7 bis 20 m und Wiegefähigkeiten von 30 bis 100 t verlangt. Diese Verschiedenartigkeit hat zur Folge, daß außer der Brücke auch die Dreieckhebel der jeweiligen Länge und Wiegefähigkeit angepaßt werden müssen, so daß sich eine große Anzahl von Hebelbauarten ergibt; auf diese Weise wird jede Möglichkeit, diese an sich teuersten Wagenteile in Reihen zu fertigen, vereitelt. Von der Größe der Hebelquerschnitte sind ferner die Abmessungen der Pendelstützen *c* und Pendelgehänge *d* abhängig, so daß sich auch bei diesen Teilen eine große Verschiedenheit ergibt.

Eine weitere Ursache der Mannigfaltigkeit der Formen ist die Verschiedenheit der räumlichen Anordnung des Wiegeständers. Je nach den Ortverhältnissen muß der senkrechte Abstand zwischen Zugstange des Wiegeständers und Wagenmitte verschieden groß gemacht werden; in anderen Fällen wiederum ist eine seitliche Verschiebung des Wiegeständers aus der Wagenmitte notwendig; oft muß auch der Wiegeständer mehrere Meter über dem Fußboden angeordnet werden, beispielsweise auf einer Verladerampe. Von der Lage der Mitte des Wiegeständers sind nun aber nicht nur die Abmessungen des Querhebels abhängig, sondern auch die ganze bauliche Anordnung der Entlastungsschwinge *m*, Abb. 5, die z. B. bei sehr langen Wiegeständerabständen als Sprengwerk ausgebildet werden muß, um den auftretenden Biegungsmomenten gewachsen zu sein. Unter diesen Umständen sind die Möglichkeiten der Reihenherstellung der Entlastungsteile sehr beschränkt.

Die neue Gleiswage

Das Bestreben, die beschriebenen wiegetechnischen Nachteile der bisher bekannten Bauart und die grundsätzlichen Hindernisse einer weitgehenden Normung zu beseitigen, gab den Anlaß, sowohl bezüglich des Wiege-

[1]) Vergl. Julius Zingler: „Ungleicharmige Wagen, im besonderen über die Abhängigkeit der Hebelverhältnisse von der Durchbiegung der Hebel"; Berlin, Julius Springer.

nechanismus als auch bezüglich der Entlastung ganz neue Vege zu beschreiten. Die neuartige Gleiswage, die von er Firma Carl Schenck, G. m. b. H., Darmstadt, geaut wird, beseitigt nicht nur die soeben beschriebenen chwierigkeiten, sondern bringt außerdem eine überaschend große Baustoffersparnis mit sich, die zusammen nit der Vereinfachung bei der Herstellung eine bedeuende Verringerung der Herstellkosten ermöglicht.

Die Hebelanordnung[2]) dieser Gleiswage, Abb. 7 bis 10, st dadurch gekennzeichnet, daß der lange, schwere Dreickhebel der bekannten Bauart in einen Satz von zwei intereinander geschalteten Hebeln aufgelöst ist, nämlich n einen ganz kurzen Dreieckhebel *e* und einen einfachen eraden Zwischenhebel *b*. Von diesen beiden Hebeln ist er Dreieckhebel als Normalbauart in seiner Länge, die so urz wie baulich möglich gehalten wird, fest bestimmt; r wird in dieser Form für sämtliche vorkommenden rückenlängen verwendet; nur der einfache gerade wischenhebel ist je nach der Brückenlänge verschieden. ie baulichen und wiegetechnischen Vorteile dieser Hebelnordnung bestehen darin, daß der Baustoffaufwand an chmiedestücken ganz bedeutend verringert und die Durchiegung der Hebel bei der Belastung vermindert wird. ach dem Grundsatz, die großen, an den Hauptschneiden er Dreieckhebel auftretenden Lastdrücke bereits innerhalb iner möglichst kleinen Strecke ins Kleine zu übersetzen, erden die auftretenden Biegungsmomente sehr stark verindert und die bei gleicher Biegungsbeanspruchung notendigen Hebelquerschnitte verkleinert. Zwischenhebel nd Querhebel haben nur noch stark verringerte Kräfte zu bertragen und können daher auch sehr leicht gehalten erden. So beträgt in dem Vergleichbeispiel der Zahlenafel 1 die Gewichtverminderung der Dreieckhebel 75 vH, ährend gleichzeitig die Biegespannung verkleinert, die urchbiegung sogar um ein Vielfaches vermindert wird; iese Verminderung der Durchbiegung ist aber, wie im origen Abschnitt erwähnt, von sehr günstigem Einfluß uf die Genauigkeit der Wägung.

Die Vorteile bei der Herstellung der neuen Hebelnordnung bestehen einerseits in der Vereinfachung der chmiedarbeit infolge der geringeren Gewichte, Zahlenafel 2, und Längen, anderseits in der Beschränkung der ypenzahl. Der Dreieckhebel hat jetzt für alle Brückenngen eine und dieselbe Länge; da außerdem die durch die erschiedenen Wiegefähigkeiten bedingten Gewichtunterchiede viel geringer sind als bei der alten Bauart, so ist s ohne Baustoffverschwendung möglich, durch Zusammenssung benachbarter Wiegefähigkeiten mit zwei Dreieckebelgrößen für alle die vielen Zusammenstellungen von rückenlänge und Wiegefähigkeit auszukommen. Hierurch ist die Vorbedingung für eine weitgehende Reihenerstellung erfüllt. Die Zwischenhebel müssen zwar der jeweiligen Brückenlänge angepaßt werden; das ist aber von geringerer Bedeutung, weil der auf sie entfallende Lohnanteil infolge ihrer einfachen geraden Form verhältnismäßig sehr gering ist. Die kurzen Dreieckhebel haben weiterhin gegenüber den langen den Vorzug, daß sie bei Ausbesserungen mühelos aus der Grube herausgenommen werden können, ohne daß die Wagenbrücke abgehoben zu werden braucht.

Die neue Hebelanordnung weist infolge des Hinzukommens der beiden Zwischenhebel gegenüber der alten einige Schneiden mehr auf. Eingehende theoretische Untersuchungen sowie die praktischen Ergebnisse zahlreicher Ausführungen der neuen Konstruktion haben aber bewiesen, daß diese Schneidenvermehrung der Traghebel auf die Empfindlichkeit und Genauigkeit praktisch nicht den geringsten Einfluß hat. Außerdem erfahren die neu hinzukommenden Schneiden nur verhältnismäßig sehr geringe spezifische Belastungen. Sämtliche Ausführungen der neuen Wage wiesen bei den amtlichen Eichungen eine Genauigkeit und Empfindlichkeit auf, die das 5- bis 10fache der vom Eichgesetz vorgeschriebenen Werte betrugen, Zahlentafel 3.

Die Pendelgehänge *d* sind bei der neuen Bauart an die Hinterachsen *g* verlegt, während die Pendelstützen *c* unmittelbar mit Pfannen auf die Mittelschneiden der Dreieckhebel drücken. Durch diese Anordnung werden die beiden Elemente von den Hebelquerschnitten unabhängig und erhalten nur eine einzige Form für alle Wagengrößen.

Die neue Erfindung[3]) beseitigt die oben beschriebenen Nachteile der Entlastung der bisher üblichen Bauart (schädlich große Schneidenbewegung und Schrägstellung der Gehänge) dadurch, daß die Hubkräfte nicht wie bisher an den Vorderschneiden *p* der Dreieckhebel angreifen, sondern an den Hinterachsen *g*. Während bei der alten Entlastung zur Erzielung des Brückenhubes $H = 35$ mm bei der Vorderschneide ein Schneidenweg von 350 mm notwendig war, ist bei der neuen Entlastung bei gleichem Brückenhub nur noch ein Weg von etwa 39 mm erforderlich; auch die Winkelausschläge werden im gleichen Verhältnis kleiner und bleiben selbst bei der Verkürzung des Dreieckhebels noch um ein Vielfaches geringer als bei der alten Entlastung. Eine Schrägstellung von Gehängen kommt jetzt überhaupt nicht mehr in Frage; denn Zwischenhebel und Querhebel bleiben bei der Entlastung völlig in Ruhe; hierdurch wird eine hohe Genauigkeit auf lange Dauer gewährleistet. Die Hinterachsen *g* der Dreieckhebel sind mittels der Pendelgehänge *d* pendelnd an den Vorderschneiden der Entlastungshebel *h* aufgehängt, eines zweiarmigen Winkelhebels, dessen Übersetzungsverhältnis so groß wie möglich gehalten ist; die beiden Hebelschenkel links und rechts sind nach Art von

[2]) DRP. angemeldet.

[3]) DRP angemeldet.

Zahlentafel 1

tatische Berechnung. Vergleichzahlen für die Dreieckhebel einer Gleiswage für 60 t Höchstlast und 10 m Brückenlänge der alten und der neuen Bauart

ach der Eichvorschrift wird im ungünstigsten Falle bei einseitiger Brückenbelastung ein Dreieckhebel mit rd. 80 vH r Höchstlast, also in diesem Falle mit 48 000 kg, belastet. Jeder Hebelschenkel erfährt also 24 000 kg Druck auf seine Mittelschneide *s*

Neue Bauart	Alte Bauart
Gewichte der beiden Dreieckhebel 440 kg	Gewichte der beiden Dreieckhebel 1800 kg
„ „ gesamten Wiegehebel 750 „	„ „ gesamten Wiegehebel 1950 „
$P = 24000$ kg; 15; 135; 150; 26; 5	$P = 24000$ kg; 43; 387; 430; 39
egungsmoment im gefährlichen Querschnitt $M_b = 324\,000$ kg/cm	Biegungsmoment im gefährlichen Querschnitt $M_b = 930\,000$ kg/cm
Widerstandsmoment $W = 563$ cm³	Widerstandsmoment $W = 1280$ cm³
$\sigma_{max} = 575$ kg/cm²	$\sigma_{max} = 725$ kg/cm²
ırchbiegung für Hebel als Träger gleicher Querschnitte $f = 0{,}014$ cm.	Durchbiegung für Hebel als Träger gleicher Querschnitte $f = 0{,}096$ cm.

e wirklichen Durchbiegungen betragen in beiden Fällen ein Vielfaches von *f*, da die Hebel Träger gleicher Festigkeit sind.

Dreieckhebeln zu einem starren Rahmen zusammengefaßt, der um eine durchgehende Achse *o* schwingt. Am unteren Angriffpunkt *i* des Entlastungshebels sind die Kräfte bereits so weit ins Kleine übersetzt, daß sie von hier aus mittels Drahtseil nach der Brückenmitte, und weiter unter Verwendung einer Trommel *k* und zweier Umlenkrollen *l* und *m* auf die Trommel *n* des Wiegeständers übertragen werden können. Die Wiegeständertrommel wird durch Rädervorgelege und Handkurbel, oder auch durch Kraftbetrieb betätigt. Das Eigengewicht der Brücke sucht die Entlastungshebel um ihre Achsen zu drehen und hält dadurch die Seile stets unter Spannung. Zum Entlasten wird die Handkurbel im Sinn einer Entspannung der Drahtseile so gedreht, daß die Brücke durch ihr Eigengewicht herabsinkt. Die Reibungsverluste bei dieser Entlastung bleiben sehr gering, weil für die Lagerstellen des Entlastungshebels, an dem die großen Kräfte angreifen, nur Schneiden und Pfannen verwendet werden und weil der Drahtseiltrieb einen verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad hat. Die Seile sind so bemessen, daß sie bei den höchsten vorkommenden Belastungen nur ganz geringe elastische, aber keine bleibenden Dehnungen erfahren. Da die Seile sich über glatt gedrehte Trommeln legen, so sind sie einer geringeren Abnutzung unterworfen als die bisherigen Übertragungselemente, wie Zahnstangen, Kettenantriebe, Kettennüsse usw.

Die neue Entlastung bietet auch bei der Herstellung erhebliche Vorzüge gegenüber der alten. Unter Zugrundelegung von zwei Bauarten von Entlastungshebeln können sämtliche Entlastungsteile für alle vorkommenden Wagengrößen einheitlich gehalten werden; nur die verschiedenen Brückenlängen werden dadurch ausgeglichen, daß die Brückenseile mit verschieden langen Zugstangen *f*, Abb. 7, zusammengestellt werden. Die im vorigen Abschnitt beschriebenen Schwierigkeiten, die die voneinander abweichenden Wiegeständerabstände der Normung bereiten, werden durch die Seilentlastung vollständig beseitigt. Bei einer Vergrößerung oder Verkleinerung des Wiegeständerabstandes braucht nur das zum Wiegeständer führende Seil entsprechend länger oder kürzer gehalten zu werden, während sämtliche andern Entlastungsteile unverändert bleiben. Eine seitliche Verschiebung des Wiegeständers aus der Brückenmitte läßt sich ebenfalls in der einfachsten Weise durchführen; zu diesem Zwecke brauchen die Umlenkrollen *l* und *m* nur entsprechend gedreht zu werden.

Ergebnisse

Durch die neue Gleiswage ist auf diesem Gebiet eine Konstruktion geschaffen, die die Vorbedingungen zu einer Reihenherstellung in hohem Maß erfüllt; sie bringt ferner im Vergleich zu der bisher bekannten Bauart eine bedeutende Baustoffersparnis und gleichzeitig eine Erhöhung der Widerstandfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Genauigkeit mit sich. Über die Größe der Materialersparnis gibt Zahlentafel 2 Aufschluß, in der die Gewichte der bisher bekannten und der neuen Konstruktion für drei verschiedene Wagengrößen gegenübergestellt sind; die Baustoffersparnis schwankt zwischen 13 und 25 vH.

Nachdem die Bauart der Wage ohne Gleisunterbrechung seit Jahrzehnten ohne größere Änderungen bestehen geblieben ist, hat sich vielfach der Brauch herausgebildet, die Güte eines Erzeugnisses nach dem Gewicht und die Preiswürdigkeit nach dem auf das Kilogramm bezogenen Preis zu beurteilen. Dies hatte bisher insofern seine Berechtigung, als bei der völligen Gleichheit aller Bauarten ein niedriges Gewicht nur durch Verwendung leichterer Profile bei Zulassung höherer Beanspruchungen der tragenden Teile zu erreichen war. Wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben, ist dagegen bei der neuen Wagenkonstruktion die Bausto ersparnis nicht durch Zulassung höherer Beanspruchu gen erreicht worden, sondern durch eine sinnreiche A ordnung der Hebel, bei der, wie Zahlentafel 2 zei u. U. mehrere Tonnen Totgewicht gespart und zugleich Baustoffbeanspruchungen verringert wurden. Man ka nicht die neue Konstruktion nach dem üblichen Wertma stab, Gewicht und Kilopreis, mit der alten vergleichen.

Für die Güte der neuen Bauart zeugen die Erg nisse der amtlichen Eichungen sämtlicher bisherig Ausführungen der neuen Bauart, von denen in Zahle tafel 3 einige zusamengestellt sind. Die Genauigkeit u Empfindlichkeit betrug ausnahmslos das 5- bis 10fac der vom Eichgesetz vorgeschriebenen Werte, so daß Wagen dieser Bauart als Präzisionswagen angesproch werden können, wenn man diesen Ausdruck auch im Gro wagenbau gebrauchen darf. Für die große Widerstan fähigkeit der Traghebel zeugen die im Vergleich zu d bisher üblichen Werten geringen Durchbiegungswerte, nach den neuesten Bestimmungen der obersten Eichbehör der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Abt. I, f Maß und Gewicht, ebenfalls bei jeder Eichung amtliche seits festgestellt werden und daher auch aus Zahlentafel zu ersehen sind. Die ermittelten Durchbiegungen betrug durchschnittlich nur 3 mm und erreichten damit noch nic die Hälfte der vom Eichgesetz vorgesehenen Normalgren durchbiegung von 8 mm. [B 2443]

Zahlentafel 2
Gewichte der alten und der neuen Bauar

Wiegefähigkeit . . . . . . t	40	60	80
Brückenlänge . . . . . . m	7,5	10	12
Alte Bauart . . . . . . kg	7 700	11 500	15 800
Neue Bauart . . . . . . „	6 700	9 800	12 400
Baustoffersparnis . . . „	1 000	1 700	3 400
„ . . . vH	13	14,8	21

Zahlentafel 3
Eichergebnisse der Gleiswage neuer Baua

Wiegefähigkeit . . . . t	40	50	60	40	50
Brückenlänge . . . . m	7,5	9	12	10	15
Empfindlichkeit:					
Zulage bei 1/10 Höchstlast kg	1	2	1	5	2
Bleibender Ausschlag mm	2	3	2	8	3
Zulage bei Höchstlast kg	5	10	5	15	5
Bleibender Ausschlag mm	4	7	5	11	6
Nach Eichvorschrift hätten genügt (umgerechnet) . . . . . . mm	0,6	1	0,5	2	0
Hauptprüfung:					
Mittl. Fehler bei Höchstlast, beobachtet kg	2,25	1,25	3	0,7	2
Zulässige Fehlergrenze „	± 24	± 30	± 36	± 24	± [illegible]
Entlastung:					
Mittlere Änderung bei dreimaliger Entlastung, beobachtet . . . . kg	0	0	0,3	0,3	1
zulässige Fehlergrenze „	± 96	± 12	± 14,4	± 96	± 1
Durchbiegung:					
Beobachtet bei Belastung mit . . . . t	40	40	60	40	50
der Traghebel . mm	4,5	2,6	3	2,5	3
der Brücke . . . „	3	4,6	2,5	5,5	3
insgesamt . . . „	7,5	7,2	5,5	8	7
zulässig . . . . . . „	15	12	12	15	17
Brückenhub . . . „	34	31	30	34	36

Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb

Von Oberreg.-Rat Heinrichs, Berlin-Grünau

(Schluß von S. 948)

Das Drehgetriebe

Das Drehgetriebe wird bei der Magirus-Leiter von der Hauptantriebwelle des Getriebeblocks durch ein Reibradgetriebe betätigt, Abb. 7 (S. 944) und 18. Die Übertragung der Drehbewegung von der Reibradwelle auf die Verzahnung des unteren Drehkranzes und den mit Kurbel zu betätigenden Handantrieb zeigt besonders Abb. 18.

Das Metzsche Drehgetriebe ist wieder als selbstsperrendes Schneckengetriebe ausgebildet, dessen Ritzel in den unteren Drehkranz eingreift. In der Fahrstellung der Leiter wird das Drehgestell durch einen Schnappstift auf dem Fahrgestell festgelegt. Auch das Kieslichsche Drehgetriebe nach Abb. 19 und 20 ist mit selbstsperrender Schnecke und mit Kegel- und Stirnradvorgelege ausgebildet und greift in die Innenverzahnung des oberen Drehkranzes ein. Bezüglich der elektrischen Bremsanordnung gilt das auf S. 945 Gesagte. Eine Endabstellung ist hier natürlich nicht vorgesehen, wohl aber eine selbsttätige Abstellung beim Anstoßen der Leiter gegen ein Hindernis während der Drehbewegung, vergl. den Abschnitt „Kippsicherung".

Abb. 19 und 20 Drehgetriebe Kieslich

a Oberer Drehkranz *b* Unterer Drehkranz *c* Wagenrahmen
I Stellung des Schalthebels für die Bremse bei Motorantrieb
II „ „ „ „ „ „ „ Handantrieb

Abb. 18 Drehgetriebe Magirus

a Reibradantrieb *b* Handantrieb *c* oberer Drehkranz *d* unterer Drehkranz *e* Verzahnung *f* Schnecke zur maschinellen Seiteneinstellung

Die Seiteneinstellung

Die Seiteneinstellung dient, wie schon oben gesagt, dazu, den Stand der Leiter auf schrägem Gelände wieder auszugleichen und die Leiter gegenüber dem schrägen Stand des Fahrzeuges in eine lotrechte Lage zu bringen. In Feuerwehrkreisen ist hier noch immer der seit langem auch in der Buch- und Zeitschriften-Literatur zu findende Ausdruck „Terrainregulierung" gebräuchlich. Da aber die Leiter seitlich in die Lotrechte eingestellt werden soll, wird die Wirkung der Einrichtung durch die Bezeichnung „Seiteneinstellung" besser getroffen. Die Leiter ist um einen Bolzen schwenkbar auf dem Aufrichtrahmen gelagert. Zum Ausschwenken dient die im Aufrichtrahmen gelagerte Spindel, deren Mutter mit der Leiter verbunden ist. Die Handräder an beiden Enden der Spindel dienten bis vor wenigen Jahren allein zur Betätigung der Seiteneinstellung; Kieslich verwendet auch heute noch nur diese Handverstellung. Metz und Magirus haben zwar auch noch den Handantrieb, sie sehen aber außerdem einen maschinellen, und zwar selbsttätigen Antrieb der Seiteneinstellung vor. Hier ist Metz vorangegangen, der bald nach dem Kriege mit seiner fertigen selbsttätig gesteuerten Seiteneinstellung herauskam. Auch Magirus hat aber jetzt bei seiner neuesten Leiter eine solche selbsttätige Steuerung für die Seiteneinstellung. Sie stellt zweifellos ebenfalls eine gut durchkonstruierte und einwandfrei wirkende Bauweise dar.

Für die selbsttätige Steuerung war die Verwendung eines sich selbsttätig in die Schwerkraftlinie einstellenden Organs erforderlich, und da war das Lot, die Wage oder der Kreisel bei dem gegenwärtigen Stande der Technik das Gegebene. Sowohl Metz wie Magirus haben das Lot gewählt.

Die Steuerung für die Seiteneinstellung geschieht bei den Magirus-Leitern mittelbar elektromagnetisch, s. Abb. 9 und 10 (S. 945) sowie 21. Nahe dem Drehpunkt der Leiter für die Seiteneinstellung ist in einem in

der Neigungsebene der Leiter schwingenden Gehäuse ein kleines Lot untergebracht, das nur in der Seitenrichtung der Leiter schwingen kann. In der Schwingungsebene dieses Lotes sind zu beiden Seiten im Gehäuse Doppelkontakte aus Platin für die Verbindungsleitungen der Elektromagnete angebracht. Die Kontakte können durch den schiefen Stand der Leiter und den dadurch entstehenden Ausschlag des Lotes gegenüber seinem Gehäuse geschlossen werden. Am Lot selbst ist eine Rückführungsrolle angebracht, über die die Leiter beim Ablegen auf schiefem Gelände wieder in ihre alte Lage in der Fahrzeugachse geleitet werden kann. Die beiden Seitenkontakte des Lotgehäuses sind durch in Panzerschlauch gelegte Leitungen mit den entsprechenden Elektromagneten verbunden. Die Kerne der Elektromagnete sind durch einen Hebel mit der Achse des Steuerhahnes zum Ölschaltgetriebe gelenkig verbunden. Wird nun bei schiefem Stande durch das Lot mittels des Doppelkontaktes die Leitung auf einer Seite geschlossen, so wird mit dem dabei erregten Elektromagneten auch sein Kern hochgezogen, wobei der Kern durch den Hebel des Steuerhahnes zwangläufig gedreht wird. Diese Drehung bewirkt das Einschalten einer Seite des Öldruck-Schaltgetriebes, wodurch die Spindel der Seiteneinstellung so lange die Leiter verstellt, bis das Lot den Strom unterbricht, d. h. die Leiter lotrecht gestellt ist. Durch Ausschalten des Stromes mittels eines leicht zugänglichen Stromschalters kann die selbsttätige Steuerung unterbrochen werden. Ein auf der Steuerwelle angebrachtes und ebenfalls leicht zugängliches Handrad ermöglicht die Steuerung des maschinellen Antriebes von Hand. Die Leiter kann so nach Ausschaltung des Erregerstromes in der Seitenrichtung in jede gewünschte Lage gebracht werden.

Der Strom zum Erregen der Elektromagneten wird aus der auf jedem Feuerwehrfahrzeug mitgeführten 12 V-Batterie der Licht- und Anlasseranlage entnommen. Der Strombedarf für die Einrichtung ist sehr gering, nur 2 A. Der Strom wird von der Batterie zum Drehgestell der Leiter durch einen Schleifring mit Doppelkontakt geführt.

Um den Steuerhahn in der lotrechten Lage der Leiter durch die von der Leiter auf das Lot übertragenen Erschütterungen nicht in dauernder rechts- und linksschaltender Bewegung zu halten, sind die Kerne der Hubmagnete mit Ölbremsen versehen. Das Getriebe wird also erst eingeschaltet, wenn die Leiter tatsächlich eine schiefe Lage eingenommen hat.

Den maschinellen Antrieb der Verstellspindel vermitteln Kegelräder und in Rohren geführte Wellen vom Ölschaltgetriebe des Getriebeblocks aus, Abb. 9. Das

Abb. 21
Steuerung der Seiteneinstellung bei Magirus

a Lotgehäuse und Lot
b Rückführungsrolle
c Öldruck-Schaltgetriebe
d Elektromagnete
e Steuerhahn
f Öldruckbremse
g Drehkranz
h Batterie
i Stromschalter
k Schalter mit Doppelkontakt

Öldruck-Schaltgetriebe, Abb. 22, ist vollständig gekapse[lt] und läuft im Ölbad; es wird von der Hauptwelle de[s] Getriebeblocks aus durch Schnecke und Schneckenrad an[-] getrieben. An dem Ölschaltgetriebe ist noch der Steuer[-] hahn mit den Steuermagneten angebaut. Der Öldruck fü[r] die hydraulische Schaltung wird durch die Pumpe er[-] zeugt, die auch die Getriebe für die übrigen Leiterbewe[-] gungen speist.

Außer dem maschinellen Antrieb ist noch der al[t] bekannte Handantrieb der Verstellspindel vorgesehen.

Um bei allzugroßer Seitenneigung und selbsttätige[r] Einstellung ein seitliches Anlaufen der Verstellspindel[-] mutter und damit Klemmungen und Betriebstörungen zu verhindern, hat man eine selbsttätige Sicherheitsvorrich[-] tung eingebaut, die vor dem Anlaufen der Mutter an de[n] Spindellagern das Getriebe abstellt.

Der Unterschied der Metzschen Seitenein[-] stellung gegenüber derjenigen von Magirus besteh[t] zunächst darin, daß das Lot selbst durch sein Gewich[t] die mechanische Arbeit des Beeinflussens der Anlaßvor[-] richtung leistet.

Das Lot ist allseitig beweglich aufgehängt, Abb. 2[3] und 24. In einen Schlitz des Lotes greift der Zapfen eine[r] Kurbel ein, die in einer Hülse drehbar aber seitlich un[-] verschiebbar gelagert ist und über ein allseitiges Gelenk an eine mit dem Steuerhahn verbundene ausziehbare Welle angeschlossen ist. Von dem Steuerhahn führen Leitungen zu den Kupplungen des Wendegetriebes. Durch Schluß der einen oder der andern Kupplung wird die Bewegung der vom Fahrmotor aus betätigten senkrechten Hauptwelle des Getriebeblocks mit entsprechendem Drehsinn auf das Schneckengetriebe übertragen und von dort durch Ketten und Kettenräder auf die mit dem Aufrichtrahmen fest verbundene Spindel.

Wird die Leiter auf unebenem Boden aufgerichtet, dann schlägt das Lot seitlich aus; es verdreht infolgedessen die Kurbel und die ausziehbare Welle um ihre Längsachse, verstellt den Steuerhahn und setzt das Wendegetriebe so lange

Abb. 22
Öldruckschaltgetriebe für die maschinelle Seiteneinstellung bei Magirus

a Hauptwelle des Getriebeblocks
b Getriebeschnecke für die maschinelle Seiteneinstellung
c Antriebwelle dafür
d Steuerhahn
e Elektromagnete
I Kupplung eingeschaltet
II „ ausgeschaltet

Abb. 23 und 24
Seiteneinstellung bei Metz

a Lamellenkupplung für das Wendegetriebe *b* Wendegetriebe für die Seiteneinstellung *c* Steuerhahn
d Hauptwelle des Getriebeblocks *e* Verstellspindel *y* Hebel zur Betätigung des Steuerhahnes von Hand

in Bewegung, bis die Leiterlängsachse senkrecht steht. Damit aber ist die Kurbel wieder in die senkrechte Lage gekommen und somit der Steuerhahn geschlossen worden.

Das Anlassen des Wendegetriebes und damit die Steuerung des maschinellen Antriebes für die Verstellspindel kann auch bei Metz unabhängig vom Lot von Hand erfolgen, und zwar durch einen besonderen Hebel am Handsteuerbock, der durch das Hebelgestänge *y—y—y*, Abb. 24, den Steuerhahn betätigt.

Besonders beachtenswert ist die Ausbildung des Metzschen Steuerhahns, Abb. 25 bis 29, für das Wendegetriebe.

Am Hahngehäuse befinden sich der Stutzen für die Zuleitung des Druckmittels, die zwei Stutzen für die Überleitung des Druckmittels zu den Getriebekupplungen und der Stutzen zur Rückleitung des Druckmittels in den Sammelbehälter. Das in das Gehäuse eingesetzte Hohlküken, das durch das Hebelgestänge *y—y—y* in der eben beschriebenen Weise an den entsprechenden Handhebel des Steuerbocks angeschlossen ist, hat für die zu den Getriebekupplungen führenden Stutzen Durchflußöffnungen, die so bemessen sind, daß sie beim Drehen des Kükens den Querschnitt der am Gehäuse befindlichen Öffnungen innerhalb eines bestimmten Winkels nicht ausfüllen. Im Hohlküken steckt ein weiteres Küken, das durch einen Verschlußdeckel mit Stopfbüchse im Gehäuse gehalten wird und durch die ausziehbare Welle mit dem Lot verbunden ist. Der Durchfluß ist bei wagerechtem Gelände gesperrt, Abb. 27, wobei die Steuerkanten des Innenkükens die Öffnungen des Hohlkükens nach den Getriebekupplungen hin gleichmäßig überdecken. Bei Aufstellung des Fahrzeuges auf unebenem Gelände verstellt das Lot das innere Küken so, daß die eine oder andre der Steuerkanten den Durchfluß des Druckmittels freigibt und dadurch das Wechselgetriebe in Gang gesetzt wird, bis die Leiter die senkrechte Lage erreicht hat.

Wird durch den Hebel für die Seiteneinstellung am Handsteuerbock das Hohlküken von Hand um einen gewissen Winkel verstellt, so wird ebenfalls wieder die eine oder andre der Steuerkanten den Durchfluß des Druckmittels freigeben, und infolgedessen neigt sich die Leiter auch seitlich in der einen oder andern Richtung.

Das Hohlküken wird also von Hand verstellt, wenn die Leiter aus der Senkrechten seitlich herausgeschwenkt werden soll, das Innenküken aber wird durch das Lot zur selbsttätigen Seiteneinstellung betätigt. Abb. 27 zeigt die Stellung des Hahns bei Aufstellung der aufgerichteten Leiter auf wagerechtem Gelände, Abb. 28 die Stellung auf

zu den Getriebekupplungen
zu dem Ölsammelbehälter
von der Ölpumpe

Abb. 25 und 26
Steuervorrichtung für die Seiteneinstellung von Metz

auf ebenem Gelände
auf geneigtem Gelände
Hohlküken von Hand verstellt

Abb. 27 bis 29
Hahnstellungen für die Seiteneinstellungen von Metz bei verschiedenen Geländelagen

geneigtem Gelände, wobei der Durchfluß des Druckmittels frei und das Wechselgetriebe in Gang gesetzt ist. In Abb. 29 ist das Hohlküken von Hand verstellt, die Leiter bewegt sich aus der lotrechten Lage nach der Seite.

Beim Ablegen wird die Metz-Leiter in ähnlicher Weise wie die Magirus-Leiter selbsttätig durch das Getriebe für die Seiteneinstellung in die Lage parallel zur Fahrzeug-Längsachse zurückgeführt. Das Getriebe läßt die Leiter ebenfalls nicht über 10° seitliche Neigung kommen.

Der Leiteraufbau

Der Leiteraufbau wird in der Regel für eine Höhe von 25 bis 30 m bei vierteiliger Anordnung ausgeführt. Höhere Leitern können wohl gebaut werden (Metz hat beispielsweise 36 m hohe fünfteilige Leitern für Moskau geliefert), sie finden aber in der Praxis wenig Anwendung, da sie bei zunehmender Länge unhandlicher werden. Berlin beispielsweise bezieht auch 30 m-Leitern nicht mehr, sondern begnügt sich durchweg mit 26 m Höhe.

Die Leiterholme sind von ausgesuchtem astfreiem Fichtenholz, die Sprossen mit 30 cm Mittenabstand sind aus Eschenholz gefertigt. Die Sprossen werden mittels durch die Holme gehender Zapfen, die außen verkeilt werden, befestigt. Die Leiter erhält durch diese Sprossenbefestigungsart schon eine gewisse Seitensteifigkeit. Dem gleichen Zweck dienen die in Abständen von drei bis fünf Sprossen die Holme verbindenden Sprossenschrauben mit beiderseitig eingelassenen Muttern sowie eine Schrägenverstrebung unter den Leiterholmen. Der erste und zweite Leiterteil liegen aufeinander, die übrigen ineinander. Die drei oberen Leiterteile sind mit blanken Stahlschienen beschlagen, wodurch eine gute Führung der Leiterteile zwischen den Auflagerrollen aus Bronze und den Führungsbügeln gewährleistet wird; diese Stahlschienen geben der Leiter außerdem eine erhöhte Festigkeit. Kieslich führt die Leiterholme noch mit Nuten und Federn gegeneinander. Zur Erhöhung der Seitensteifigkeit sind weiter an den beiden inneren Seiten der Holme durchlaufende Versteifungsleisten aus Holz, sogenannte Windleisten, angebracht und mit den Holmen und Sprossen innig verbunden. Magirus führt die am meisten beanspruchten Leiterenden der ersten, zweiten und dritten Leiter mit Seitenversteifungsblechen aus, die mit den Schrägen in Verbindung stehen; weitere Seitenversteifungsbleche ordnet er über die Leiter verteilt an.

Metz gibt den Seitenversteifungsblechen in den oberen Leiterteilen die Form von längeren zusammenhängenden Blechen, die im Querschnitt muldenförmig ausgebildet sind und im Grundriß durch Ausschnitte die Form der Vierendeel-Träger erhalten. So ergibt sich eine besonders für die Aufnahme der Verwindungskräfte günstige Form der Versteifungen.

Die Tragfähigkeit der einzelnen Leiterteile wird ferner durch eine sprengwerkartige nachspannbare Stahlbandverspannung gewährleistet, deren Stützen zugleich als Führungsbügel für die nächste Leiter ausgebildet sind.

Die Auszugorgane (verzinkte Stahldrahtseile) sind flaschenzugartig eingebaut und werden durch das Auszuggetriebe nach der Art eines Windwerks auf- und abgewickelt. Die Oberleitern haben Anschläge zur Begrenzung des Auszuges, außerdem eine Glocke zum Anzeigen der Endstellung.

Am untern Ende der sich ausziehenden Leiterteile sind selbsttätige Einfallhaken (auch Fallhaken oder Gesperre genannt) angeordnet, durch die eine Entlastung der Drahtseile beim Besteigen der Leiter erreicht und beim Bruch eines Auszugseiles das Einstürzen der Leiter verhindert wird. Die Fallhaken haben die einzelnen Leiterteile in der ausgezogenen Stellung dadurch zu halten, daß sie sich auf eine Sprosse der Leiter aufsetzen. Anderseits aber müssen beim Ausziehen der Leiter die Fallhaken an den Sprossen ungehindert vorbeigleiten können. Jede der drei Firmen hat eine besondere Konstruktion für ihre Fallhaken.

Damit die Einzelleitern in Fahrstellung, namentli bei Talfahrt, nicht ausschießen, sind sie durch ein selbsttätig sich einschaltenden Rückhalthaken zusamme gehalten.

Die Kippsicherung

Bei Drehleitern muß die Auszuglänge stets in eine bestimmten Verhältnis zur Neigung stehen, wenn e Kippen der Leiter verhindert werden soll. Dies wurde b früheren Leitern dadurch erreicht, daß man an Hand ein Tabelle oder Skala die Leitern entsprechend einstellt Das dem Leiterfuß abgekehrte Rad des Fahrzeuges bild bei der ausgezogenen und aufgerichteten Leiter den Kip punkt, um den das Fahrzeug bei Erreichen der Kip grenze kippt, während das dem Leiterfuß zugekehrte Ra vom Boden abgehoben wird. Der auf diesem letztere Rad in der Gebrauchstellung der Leiter noch lasten Raddruck ist also der Gradmesser für die Standsicherhe der Leiter.

Das Bestreben der Konstrukteure ging in dem letzte Jahrzehnt auch dahin, die Leiter selbsttätig gegen da Kippen zu sichern. Die erste selbsttätige Einrichtun dieser Art wurde von Magirus während des Kriege herausgebracht, ihm folgte bald Kieslich und dann Met und bei allen drei Leitern ist die Kippsicherung for dauernd weiter ausgebildet worden.

Der allen gemeinsame Grundgedanke besteht in de selbsttätigen Abstellung der Antriebvorrichtungen de Leiter beim Aufrichten und Ausziehen, sobald die au gerichtete und ausgezogene Leiter in die Nähe der Kip grenze kommt, und zwar ergibt sich diese Kippgrenz und damit die selbsttätige Abstellung der beiden Getrieb je nach der Geländeneigung bei ganz verschiedenem Ve hältnis der Auszuglänge zum Aufrichtwinkel.

Metz geht erheblich weiter. Bei ihm werden all drei Getriebe, also auch das Drehgetriebe, selbsttäti abgestellt, und zwar unter Berücksichtigung der Ve änderung, die die Kippgrenze durch Belastung der Leite durch Drehen der Leiter auf geneigtem Gelände un durch Anstoßen der Leiter an Widerstände erfährt.

Kieslich berücksichtigt die Unebenheiten des Ge ländes nicht, er sieht aber eine selbsttätige Abstellun des Getriebes durch Unterbrechung des Motorstromes nich nur vor, wenn ein bestimmtes Verhältnis von Auszug länge und Neigungswinkel der Leiter erreicht ist, sonder auch wenn die Leiter bei einer der drei Bewegunge gegen ein äußeres Hindernis stößt.

Abb. 11 und 12 (S. 946), zeigen die Bauart de Kippsicherungseinrichtung an der neuesten Magirus Leiter. An den Triebachsen des Aufricht- und Aus zuggetriebes sind unter Zwischenschaltung von Übe setzungen Kurvenscheiben p_1 und p_2 angeordnet, dere Zusammenarbeiten mit der Führungstange q durch di beiden Hebel r_1 und r_2 und den an deren Endpunkten frei hängenden Hebel s vermittelt wird. Die Hebel r_1 und r haben an ihren Enden Rollen, die mit den Kurvenscheibe in Berührung gehalten werden. An der in senkrechte Führung gleitenden Führungstange q ist eine Brücke angebracht, die durch die Anschläge u_1 und u_2 auf di Steuerhähne e_1 und e_2 abstellend einwirken kann. Di Kurvenscheiben sind so ausgebildet und beeinflussen mi der Führungstange q und der Brücke t die beiden Steuer hähne derart, daß die Leiter nur so weit aufgerichtet un ausgezogen werden kann, wie die Standsicherheit de Fahrzeuges es zuläßt. So kann die Leiter im abgelegte Zustande wohl zuerst aufgerichtet, aber nicht ausgescho ben werden, da die Brücke t eine solche Lage einnimmt daß einerseits der Hahn e_1 aus der dargestellten Lage, di er bei abgelegter Leiter einnimmt, nur nach rechts un damit der Anschlag u_1 nur nach aufwärts bewegt werden kann, wodurch die Aufrichtbewegung eingeleite wird, und daß anderseits der Hahn e_2 gegen Abwärtsbewegung des Anschlages u_2 und damit gegen Einschalten des Auszuggetriebes gesichert ist. Während der Aufrichtbewegung der Leiter wird mittels der sich links herum drehenden Kurvenscheibe p_1 und des Gestänges r_1, s, q die Brücke t gesenkt; infolgedessen wird zunächst auch das Einschalten des Auszuggetriebes ermöglicht. Bei teilweise aufgerichteter Leiter aber hört die Ausschiebemög-

ichkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt auf, da infolge der urch die Kurvenscheibe p_2 veranlaßten Bewegung des estänges r_2, s, q die Brücke t wieder angehoben und er Hahn e_2 wieder in die Nullstellung gebracht wird. rst wenn weiter aufgerichtet wird und die Kurvencheibe p sich weiter dreht, bewegt sich die Brücke wieder bwärts und gibt den Hahn e_2 frei, um das weitere usschieben der Leiter zu ermöglichen. Bei jeder Neiung der Leiter ergibt also die zugehörige Endlage des uszuges eine solche Stellung der Brücke t, daß die Steuerähne für den Auszug und das Neigen blockiert sind.

Im umgekehrten Sinne vollzieht sich der Vorgang eim Einschieben und Neigen der Leiter in teilweise ufgerichtetem Zustande. Hier läßt zunächst die Stellung er Brücke t nur ein Verstellen des Steuerhahns e_2 links erum, also im Sinn einer Einleitung der Einschiebeewegung zu. Ein Neigen der Leiter ist nur möglich, enn vorher ein entsprechendes Einschieben, also ein rehen der Kurvenscheibe p_2 in entgegengesetztem Sinn, . h. links herum, und ein Abwärtsführen der Brücke erolgt ist, so daß der Hahn e_1 entgegengesetzt wie vorher, . h. links herum, zur Einschaltung des Neigegetriebes ewegt werden kann.

Beim Stande der Leiter auf ansteigendem oder abllendem Boden wird die Schwerpunktlage der Leiter egenüber dem Stand auf ebenem Boden verändert. Demufolge muß das Aufrichten und Ausziehen der Leiter entprechend der Standsicherheit des ganzen Fahrzeuges rüher oder später abgestellt werden. Zu diesem Zweck rhält die Steuerung eine selbsttätig arbeitende Vorichtung, die entsprechend der Stellung des Fahrzeuges uf schiefem Boden die Steuerung beeinflußt.

Dazu ist am Getriebeblock unabhängig von der Fühungstange ein Lot v eingebaut, daß in der Richtung der ufrichtebene der Leiter schwingbar ist. Durch einen litnehmerbolzen w ist es mit einer Keilplatte x gelenkig nd in senkrechter Richtung frei beweglich verbunden. eim Stande des Fahrzeuges auf schiefem Boden wird urch das Lot die Keilplatte x verschoben, wodurch die etriebe entsprechend der Standfestigkeit des Fahrzeuges rüher oder später zu den Leiterbewegungen abestellt werden.

Die Metzsche Kippsicherung beruht grundätzlich darauf, daß die durch die Schwerpunktverlegung er Leiter bei ihrem Ausziehen oder Aufrichten, bei ihrer berlastung oder bei ihrem Drehen auf geneigtem elände oder auch durch die beim Auftreffen der Leiterpitze auf Widerstände in die Leiter hineinkommenden raftmomente oder Längskräfte auf verschiebliche Teile es Geräts einwirken und daß durch die Verschiebung ieser Teile bei Erreichen einer bestimmten Größe des raftmoments oder der Kraft der Antrieb der Leiterewegungen abgestellt wird. Die Kippsicherung wird lso nicht nur in Abhängigkeit gesetzt zu dem Verältnis von Aufrichtwinkel und Auszuglänge, sondern ie wird unmittelbar betätigt durch die wirkliche Beastung der Leiter, und ein Dynamometer mit Skala und eiger läßt in jedem Augenblick den Grad der Belastung blesen. Diese Aufgabe ist von Metz durch eine Reihe on Konstruktionen gelöst, von denen eine hier beprochen werden mag.

Nach Abb. 30 und 31 ist die Leiter bei a kippbar uf dem Aufrichterahmen gelagert. Die Winkel b, c, d ind mit dem Leiterfuß verbunden, der Winkel e mit dem ufrichtrahmen. Beim Auftreten des höchsten zulässigen raftmoments, und zwar während des Ausziehens, des eigens, des Drehens nach der abschüssigen Seite des eländes hin, ferner infolge Anstoßens der Leiter von nten her und infolge Überbelastung der Leiter kippt iese um die Kante a, der Leiterfuß hebt sich vom Aufchtrahmen ab, der durch eine Aussparung des Aufchtrahmens und der Winkel c, d, e gesteckte Hebel g ird um die Kante f verschwenkt; sein Ausschlag wird urch den federbelasteten Doppelhebel h stärker übersetzt nd durch die Kurbel i, die Welle k, die Kurbel l, die ingnut der verschieblichen Muffe m, die Kurbel n und e Welle o über die Neigungsachse auf die Abstellvorchtung des Bewegungsgetriebes übertragen.

RZ 216 Z 30 u 31

Abb. 30 und 31
Kippsicherung Metz

a Kippkante der Leiter p
b, c, d Winkel, mit dem Leiterfuß verbunden
e Winkel, mit dem Aufrichtrahmen verbunden
f Kippkante des Hebels g
g Hebel
h Doppelhebel
i Kurbel
k Welle
l Kurbel
m verschiebliche Muffe
n Kurbel
o Welle
p Leiter
q Aufrichtrahmen

Daß auch bei der Metzschen Leiter die Bewegungsgetriebe durch Öldruck gekuppelt werden, war schon oben gesagt. Derselbe Öldruck dient aber auch dazu, die Sperrvorrichtungen für die Schalthähne bei der Kippsicherung zu steuern. Diese Sperrvorrichtung ist in Abb. 32 und 33 veranschaulicht.

Jedem der drei Schalthähne, die mit den Getriebekupplungen für das Aufrichten, Ausziehen und Drehen in Verbindung stehen, ist ein Zylinder vorgeschaltet. In der Zylinderwandung, Abb. 33, befinden sich zwei Kanäle. An den einen schließt sich die von dem Umstellhahn kommende Zweigdruckleitung an, der andre ist mit dem Ölsammelbehälter verbunden. An der Kolbenstange sitzt ein Rahmen, dessen Schlitz um den Schalthahn greift und dessen Längsbalken seitliche Nocken tragen. Legen diese Nocken des vorgeschobenen Kolbens sich gegen die Bolzen, die an den Enden der von den Schalthähnen getragenen Doppelhebel angeordnet sind, so ist der Schalt-

RZ 216 Z 32 u. 33

Abb. 32 und 33
Öldruck-Schaltgetriebe für die Kippsicherung Metz

a_1 Schalthahn zum Aufrichten
a_2 „ „ Ausziehen
a_3 „ „ Drehen
b Hauptumschalthahn
c Hauptdruckleitung zu den Schalthähnen
d Ölpumpe
e Zweigdruckleitung zu den Sperrvorrichtungen
f_1 Handhebel zum Drehen
f_2 „ „ Ausziehen
f_3 „ „ Aufrichten
f_4 „ für den maschinellen Antrieb der Seiteneinstellung

hahn gesperrt, wie das in der Abbildung bei dem Schalthahn a_1 dargestellt ist. Der Schalthahn a_2 ist geöffnet dargestellt, der Schalthahn a_3 geschlossen. Die Doppelhebel und damit die Schalthähne sind durch Gestänge mit den Handhebeln am Steuerbock verbunden, der Hauptumstellhahn wird durch das punktiert angedeutete, mit der Kippsicherung verbundene Gestänge betätigt.

Wird die Ölpumpe durch die Motorwelle angelassen, so steht der Umstellhahn in seiner normalen Stellung, die der Stellung der Leiter innerhalb ihrer Kippgrenze entspricht. Die Druckflüssigkeit kann also aus dem Sammelbehälter durch die Saugleitung und die Druckleitung und weiter durch die Schalthähne zu den Kupplungen der Bewegungsgetriebe übergeleitet werden. Werden die Schalthähne durch die Hebel des Handsteuerbocks geöffnet (vergl. die Hebelstellung des Hahnes a_2), so wirkt das Druckmittel auf die Kupplungen der Bewegungsgetriebe einzeln oder gleichzeitig so lange ein, bis das zulässige Kippmoment erreicht ist. Ist dies der Fall, oder treten Widerstände durch Anstoßen mit der Leiterspitze auf, so stellt das Gestänge der Kippsicherung den Umstellhahn um, der Hauptleitungsstrang wird infolgedessen drucklos, und die Druckflüssigkeit entweicht in den Sammelbehälter; die Kupplungen für die Bewegungsgetriebe werden ausgerückt, und die Leiterbewegungen somit abgestellt. Gleichzeitig wird das Druckmittel auf die Zweigleitungen e und auf die Zylinder umgeleitet, so daß die Kolben soweit vorgeschoben werden, bis die Nocken der Kolbenstangenrahmen an den Bolzen der Doppelhebel anliegen, wodurch die Handhebel am Steuerbock in ihre Nullstellung zurückgedrückt und gesperrt werden.

Durch Umstellen des Haupthahnes mittels des von der Kippsicherung beeinflußten Gestänges wird also ein sofortiger Stillstand der Bewegungsgetriebe herbeigeführt.

Bei der Kieslichschen Kippsicherung sind wesentlich die beiden Kontrollschalter a_1 und a_2, Abb. 16 (S. 948), die die Stromkreise des Aufricht- und des Auszugvorgeleges gegeneinander überwachen. Der Schalter a_2 wird zwangläufig vom Aufrichtgetriebe mittels des eingezeichneten Zahnbogens gesteuert, der auf der Aufrichtwelle d fest aufgekeilt ist. Der Schalter a_1 wird mit Hilfe eines Schneckengetriebes vom Auszugvorgelege aus zwangläufig angetrieben.

Die beiden Walzenschalter machen die der Leiter von den Motoren vermittelte Bewegung mit, so daß also jeder Ausziehlänge der Leiter eine bestimmte Stellung des Walzenschalters a_1 und jeder Neigung der Leiter eine bestimmte Stellung des Walzenschalters a_2 entspricht.

Ist bei der Auszugbewegung eine der augenblicklichen Neigung entsprechende Länge des Auslegers erreicht, so unterbricht der mit dem Ausziehmotor verbundene Schalter a_1 den vom Walzenschalter a_2 überwachten Stromkreis des Ausziehmotors, und ebenso unterbricht der mit dem Aufrichtmotor gekuppelte Schalter a_2 den vom Schalter a_1 überwachten Stromkreis des Aufrichtmotors, wenn beim Neigen des Auslegers eine der Länge entsprechende Neigung erreicht ist.

Um das Ausschalten des Antriebs durch Unterbrechung des Stromschlusses zu bewirken, wenn einer der drei Bewegungen ein äußeres Hindernis entgegentritt, sind in die verschiedenen Stromkreise Spulen eingeschaltet, und zwar auch in den Stromkreis des zum Drehen der Leiter dienenden Motors. Setzt sich der Leiterbewegung ein Hindernis entgegen, so daß der Stromverbrauch des die betreffende Bewegung ausführenden Motors über eine zulässige Höchstgrenze steigt, so zieht die Spule einen Magnetkern an und unterbricht infolgedessen den Strom.

Die Grenze, bei der die Getriebe zum Zwecke der Kippsicherung selbsttätig abgestellt werden, ist natürlich nicht erst gleich der wirklichen Kippgrenze; sie liegt vielmehr weit unter dieser. Manöver werden nur mit der unbelasteten Leiter ausgeführt. Die Leiterbewegungen können also auch nur bei unbelasteter Leiter selbsttä abgestellt werden. Die in den Normen festgelegten We für den Auszug und die entsprechende Neigung lieg zwar noch etwas unter der Abstellgrenze. Die Leite sind aber so konstruiert, daß, wenn die unbelastete Lei bis zur Abstellgrenze aufgerichtet und aufgezogen u dann an der Spitze den Normen entsprechend belas wird, an dem der Last abgewandten Rade noch ein a reichender positiver Raddruck vorhanden ist.

Schlußbetrachtung

Die Drehleitern mit Kraftantrieb sind unentbehrlic Geräte für die Feuerwehren geworden, obgleich man s in Brandfällen verhältnismäßig selten benutzt; de in den weitaus meisten Fällen wird der Brand über Treppe oder vom Nachbarhaus her angegriffen werd Eine gewisse Einschränkung der Verwendung von Kra wagenleitern ergibt sich auch daraus, daß man mit d Abmessungen der Leiter unter gewisse, hauptsächli durch die erforderliche Auszuglänge bedingte Minde maße nicht heruntergehen kann. Diese Mindestmaße si aber derart, daß in vielen alten Häusern mit engen u niedrigen Durchfahrten die Hinterhöfe nicht mit d Kraftantriebleitern erreicht werden können. Bei solch Häusern wird sich also ihre Anwendung verbieten. A derseits werden neuzeitliche Häuser so angelegt, daß i Brandfalle wohl meist eine Treppe für den Angriff geg das Feuer zur Verfügung bleiben wird und also Leite ebenfalls selten zur Verwendung kommen werden. D Kraftleitern sind aber im Anwendungsfalle durch ke andres Gerät zu ersetzen, wenn man als ein solches nic die Abprotzleiter ansehen will, und darum ist jede B rufswehr mit Drehleitern ausgerüstet.

Wenn wir bedenken, daß in Deutschland allein na dem letzten Taschenbuch für deutsche Feuerwehr-Ing nieure 80 Berufswehren mit 207 ständig besetzten Wach bestehen und wohl keine Pferdebespannung bei Beruf wehren mehr anzutreffen sein wird, daß zu jedem Lösc zug eine mechanische Leiter gehört (Berlin hat alle etwa 30 Drehleitern mit Kraftantrieb, daß ferner viele vo den etwa 20 000 freiwilligen Feuerwehren Deutschlan Kraftfahrzeuge beschaffen werden oder schon beschaf haben, wenn wir schließlich bedenken, daß Deutschla nahezu den Bedarf der ganzen Welt an Drehleitern dec (fast jedes größere Land baut Spritzen und sonstig Feuerwehrgeräte, aber im Bau von Drehleitern i Deutschland allen andern Ländern weit voraus), können wir ungefähr die Bedeutung dieses Konstruktion zweiges für die beteiligte deutsche Industrie und das I teresse dieser Industrie an der immer weiteren Vervol kommnung des Gerätes ermessen.

Eine Grenze der Entwicklungsmöglichkeit ist tro der jetzt erreichten Vollkommenheit der Drehleitern noc nicht abzusehen.

Es gibt allerdings Fachleute aus der Feuerweh praxis, die von einer „Überkonstruktion" der Leite sprechen, und auch die Zahl derer ist immerhin beach lich, die da sagen: die Leitern sind auch ohne die die I telligenz des Bedienenden fast völlig ausschaltenden selbs tätigen Einrichtungen durchaus zuverlässige Gerät Unglücksfälle können mit solchen Geräten bei geschult Bedienung nicht vorkommen, und von den etwa 32 000 R betragenden Kosten können ohne Not einige tausen Mark durch Verzicht auf die selbsttätigen Einrichtun gen, ja sogar auf den maschinellen Antrieb z. B. für da Drehgetriebe erspart und zur Beschaffung andrer Gerät nutzbar gemacht werden. Das ist bei der schweren Wir schaftslage, unter der alle Gemeinden zur Zeit seufze ein wohl beachtlicher Einwand. Gewiß darf die masch nelle Einrichtung nicht auf Kosten der Übersichtlichke und Störungsfreiheit verwickelt gemacht werden; denn d Unübersichtlichkeit ergibt stets wieder Störungsquellen. Di Entwicklung wird vermutlich in der Richtung einer Ve einfachung der Konstruktion bei größter Betriebsiche heit und Übersichtlichkeit vor sich gehen. [B 216]

ie Veränderung im Kleingefüge verschiedener Baustähle durch Wechselbeanspruchung

Von Dr. W. Herold, Wien

O. Föppl[1]) fand bei seiner Untersuchung der ämpfungsfähigkeit eines Baustahles bei Wechselbeanspruıung, wenn die Belastung knapp über dem kritischen unkt, also im Gebiete der plastischen Hysterese liegt, eine esentliche Änderung der dynamischen Eigenschaften des ahles. Er berichtete:

„Wenn ein Stab aus dem Werkstoff R.M.B. mit einer andverformung ε_0, die größer ist als etwa 0,0026, häufig iederholte Wechselbeanspruchungen erfährt, dann ändert ch das Gefüge, so daß seine Dämpfungsfähigkeit ϑ auf eträge anwächst, die mehrfach so hoch sind wie die Verte, die vorher erhalten wurden. Man sieht, daß die eränderung eine Vergrößerung der Dämpfung bei geringen erformungsgraden auf das 2- bis 3fache des ursprünglich stgestellten Wertes zur Folge hat. Da die gewaltige Steierung der Dämpfung auch bei dem vorausgenannten Wert $= 0{,}0025$ beobachtet werden konnte, der doch nur wenig efer liegt als $\varepsilon_0 = 0{,}0026$, müssen wir annehmen, daß sich ie Veränderung in den Dämpfungseigenschaften nicht nur uf die Randgebiete beschränkt, bei denen der kritische unkt $\varepsilon_0 =$ rd. 0,0026 wirklich überschritten worden war, ondern daß sich die Veränderung, nachdem sie einmal ingeleitet war, nach dem Innern zu erstreckt hat. Zu ieser Annahme werden wir auch durch die Beobachtung edrängt, daß sich die Veränderung der Dämpfungseigenchaften eines Stabes stets gleichmäßig über die ganze tablänge erstreckt. Das Gefüge des Stabes ist also in inem labilen Zustande, der sich ändert, sobald von einer telle aus ein genügend kräftiger Anstoß dazu gegeben ist."

Diese von Föppl aus den Änderungen der Dämpfungsigenschaften vermuteten Gefügeveränderungen werden von nir seit rd. einem Jahre mikroskopisch verfolgt; die Unteruchung hat sehr bemerkenswerte Veränderungen des Kleinefüges ergeben. Die Versuche sind noch nicht abgeschlosen, und es ist bis heute noch nicht möglich, die Natur der efügeveränderungen einwandfrei festzustellen.

Für die Untersuchung wurden Proben von Kruppschen Dauerschlagstäben, von Dauerbiegestäben der Schenkschen Ermüdungsmaschine und von Maschinenbestandteilen entommen, die im Betrieb infolge Ermüdung gebrochen sind. Untersucht wurden vergütete und geglühte Chrom-Nickelund Nickel-Stähle, sowie ein gehärteter Chromnickel-Zahnadstahl.

Zur Durchführung einer Versuchsreihe sind immer nehrere Probestäbe notwendig; die Schenksche Ermülungsmaschine braucht z. B. zwei Zerreiß- und vier Dauerbiegestäbe. Bei der Herstellung der Probestäbe legte nan besondere Sorgfalt darauf, daß die Vergütung aller zu einer Reihe gehörigen Probestäbe vollständig gleichmäßig war. Die Probestäbe wurden aus dem wärmebehandelten Werkstoff herausgearbeitet, um Oberflächenfehler durch die Wärmebehandlung, wie z. B. Entkohlen, zu vermeiden. Die zu einer Reihe gehörigen Probestangen wurden zunächst gleich lang gemacht und dann in einem Ofen gleichzeitig warmbehandelt. Die Festigkeit wurde durch den Kugeldruckversuch an mindestens drei Stellen nachgeprüft. Für die Kruppschen Dauerschlagstäbe verwendet man einen Werkstoff von 15 mm Dmr., für die Schenkschen Dauerbiegestäbe einen solchen von 22 mm Dmr. Bei diesen Abmessungen härten die angewandten Stähle noch vollständig gleichmäßig durch, so daß nach dem Härten oder Anlassen kein Gefügeunterschied zwischen Rand und Mitte der Probe vorhanden ist. Mikroskopische Untersuchungen,

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1291.

a b
RZ 2517 Z 1

Abb. 1
Dauerschlag-Biegestab nach Krupp mit Momentendiagramm
a Stabende *b* Bruchstelle

a b
RZ 2517 Z 2

Abb. 2
Dauerbiegestab nach Schenk mit Momentendiagramm
a Stabende *b* Bruchstelle

a b c a a c b a

a Biegeprobe
b mikroskopische Probe
c Zerreißprobe

Abb. 3
Reihenfolge der Probenentnahme.

die an den Stäben nach der Wärmebehandlung vorgenommen wurden, ergaben zwischen Rand und Mitte keinen Unterschied im Gefüge.

Da untersucht werden sollte, ob bei der Dauerbeanspruchung knapp über der Dauerfestigkeit eine Veränderung des Gefüges eintritt, mußte das ursprüngliche Gefüge des Werkstoffes mit dem nach der Beanspruchung verglichen werden; es wurden daher die Proben an den Stellen der geringsten und der stärksten Beanspruchung entnommen. Wie aus den Momentdiagrammen der Kruppschen Dauerschlagstäbe, Abb. 1, und der Schenkschen Dauerbiegestäbe, Abb. 2, hervorgeht, ist bei den Kruppstäben die stärkste Beanspruchung in der Mitte und nimmt gleichmäßig gegen die Enden zu ab. Infolge der Kerbwirkung wird die Beanspruchung an der Bruchstelle noch bedeutend vergrößert. Beim Dauerbiegestab, Abb. 2, ist die Beanspruchung im gesamten zylindrischen Stabteil die gleiche. Daher wurden die Proben vom Stabende, bei *a*, und von der Bruchstelle, bei *b*, entnommen. Da aber auch im Stabende eine geringe, wenn auch sehr kleine Beanspruchung vorhanden ist, wurde bei der Untersuchung die Stabmitte (neutrale Faser) von *a* mit der am stärksten beanspruchten Randfaser der Bruchstelle (*b*) verglichen. Diese Auswahl konnte getroffen werden, da Gefügeunterschiede zwischen Rand und Mitte der unbeanspruchten Proben nicht vorhanden waren. Gleichzeitig wurde auch der Unterschied zwischen der neutralen Faser und der Randfaser an der Bruchstelle untersucht.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurde dann die Probenahme nach folgendem Plan vorgenommen: Von der Rohstange wurden zunächst die Zerreiß- und die Ermüdungsprobe in der Reihenfolge nach Abb. 3 abgetrennt, wobei die mikroskopischen Proben noch an den Zerreißproben belassen und erst nach der Vergütung von diesen abgetrennt wurden.

Da bei der Dauerbiegung die Beanspruchung nicht auf dem ganzen Stabquerschnitt dieselbe ist, sondern von der Mitte gegen den Rand gleichmäßig zunimmt, wurden die Schliffe durch die Stabachse hergestellt, um die Stellen ver-

RZ 2517 Z 4

Abb. 4
Vergüteter Manganstahl, unbeansprucht
Vergr. 640 fach

RZ 2517 Z 5

Abb. 5
Derselbe Stahl wie in Abb. 4, aber beansprucht
Vergr. 640 fach

RZ2517Z6

Abb. 6
Stahl wie in Abb. 5, Kristallverformung
Vergr. 1400 fach

RZ2517Z7

Abb. 7
Stahl wie in Abb. 5, Kristallverformung
Vergr. 1400 fach

RZ2517Z8

Abb. 8
Cr-Ni-Stahl, vergütet auf 78 kg/mm², unbeansprucht
Vergr. 640 fach

Abb. 9
Derselbe Stahl wie Abb. 8, aber beansprucht
Vergr. 640 fach

RZ2517Z10

Abb. 10
Wie Abb. 8 — Vergr. 1680 fach

RZ2517Z11

Abb. 11
Wie Abb. 9 — Vergr. 1680 fach

Abb. 12
Cr-Ni-Stahl, vergütet auf 150 kg/mm², unbeansprucht
Vergr. 590 fach

RZ2517Z13

Abb. 13
Derselbe Stahl wie in Abb. 12, aber beansprucht
Vergr. 590 fach

schiedener Beanspruchung miteinander vergleichen zu können. Die Schliffe wurden vollständig gleichmäßig hergestellt und je zwei zusammengehörige von *a* und *b* entnommene Proben gleichzeitig und gleich lange geätzt, um Unterschiede, die durch verschieden langes Ätzen auftreten können, zu vermeiden. Als Ätzmittel hat sich am besten eine Lösung von 1 vH konzentrierter Salpetersäure in Amylalkohol bewährt. Durch mehrmaliges Ätzen und schwaches Nachpolieren konnte die Struktur viel deutlicher entwickelt werden.

Abb. 4 und 5 zeigen das Gefüge eines Manganstahles mit 0,42 vH C und 1,2 vH Mn, der nach dem Vergüten 75 kg/mm² Festigkeit hatte. Zwischen dem rein sor-

Abb. 14 und **15**
Kristallabschiebung längs Gleitflächen

RZ2517Z14u.15

Abb. 16
Welle aus Cr-Ni-Stahl auf 95 kg/mm² vergütet, neutrale Zone
Vergr. 800 fach

Abb. 17
Wie Abb. 16, aber Randzone. Vergr. 800 fach

Abb. 18
Welle aus vergütetem Cr-Ni-Stahl, neutrale Zone
Vergr. 800 fach

Abb. 19
Wie Abb. 18. Auslauf des Ermüdungsanrisses, Gefügevergröberung
Vergr. 640 fach

bitischen Gefüge der Probe nach dem Versuch, Abb. 4, bei *a*, Abb. 1, und der in unmittelbarer Nähe der Bruchstelle entnommenen Probe, Abb. 5, bei *b*, Abb. 1, ist ein ganz bedeutender Unterschied vorhanden. Während Abb. 4 ein vollkommen gleichmäßiges Gefüge ohne Korngrenzen zeigt, sind die Korngrenzen, Abb. 5, sehr deutlich sichtbar, und außerdem hebt sich deutlich ein weißer Gefügebestandteil hervor, der wie Ferrit erscheint. Abb. 6 und 7 geben das Gefüge desselben Werkstoffes bei stärkerer Vergrößerung wieder. Diese Proben wurden ebenfalls der Bruchstelle von zwei Kruppschen Dauerschlagstäben entnommen. In Abb. 6 und 7 sind die Kristallverformungen, die eine Folge der Dauerbeanspruchung sind, besonders sichtbar. Auffallend ist auch hier die Kennzeichnung der Korngrenzen durch die Wechselbeanspruchung.

Abb. 8 bis 11 geben das Gefüge eines vergüteten Cr-Ni-Stahles von 78 kg/mm² Festigkeit wieder. Die Proben wurden einem Dauerbiegestab, Abb. 2, entnommen, Abb. 8 und 10 bei *a*, Abb. 2, Abb. 9 und 11 bei *b*, Abb. 2. Durch die Wechselbeanspruchung tritt eine Kornvergröberung ein. Die Korngrenzen kommen auch hier bei den beanspruchten Proben deutlich zum Ausdruck.

Während die Proben, Abb. 4 bis 11, verhältnismäßig niedrig vergütet waren, zeigt Abb. 12 bei *a*, Abb. 2, und Abb. 13 bei *b*, Abb. 2, das Gefüge eines vergüteten Chrom-Nickel-Stahles von 150 kg/mm² vor und nach der Beanspruchung. Auch hier ist der gleiche Unterschied im Gefüge, wenn auch nicht so stark ausgeprägt, zu sehen.

Bei Abb. 4 bis 13 fallen die unregelmäßigen zackigen Begrenzungsflächen der groben Gefügebestandteile auf. Infolge der durch die Wechselbeanspruchung verursachten Dauerverformung findet schließlich ein Abgleiten der Kristalle längs der Gleitflächen, somit eine starke Kristallverzerrung statt, wie schon früher Ludwik und Scheu beobachtet haben[2]). In Abb. 14 und 15 sind zwei kennzeichnende Stellen aus Abb. 6 und 7 wiedergegeben, die das Abgleiten entlang den Gleitflächen und die fortschreitende Kristallverformung zeigen.

Aus den Beispielen geht hervor, daß mit der Wechselbeanspruchung auch eine starke Veränderung des Gefüges verbunden ist. Die an den künstlich hergestellten Ermüdungsbrüchen gemachten Beobachtungen konnten auch an Dauerbrüchen, die bei Maschinenbestandteilen im Betrieb aufgetreten sind, bestätigt werden. Ein auf Schwingung beanspruchter Maschinenbestandteil aus vergütetem Chrom-Nickel-Stahl mit 95 kg/mm² Festigkeit zeigt in der neutralen Zone, Abb. 16, das Gefüge eines gut vergüteten Baustahles, während die Randzone, die einen Ermüdungsanriß hatte, sehr stark vergröbert ist, Abb. 17. Abb. 16 und 17 zeigen dieselben Unterschiede, wie künstlich hergestellte Brüche.

Eine aus demselben Werkstoff hergestellte fliegend eingespannte Welle, bei der sich infolge Wechselbeanspruchung nach rd. zweijähriger Betriebsdauer ein Ermüdungsriß ausgebildet hatte, zeigt in der neutralen Zone ein feines gleichmäßiges Gefüge, Abb. 18, während in unmittelbarer Nähe des Anrisses, Abb. 19, das sehr vergröberte Gefüge der Randzone wiedergegeben ist.

In Abb. 19 ist auch der Auslauf des Ermüdungsrisses zu sehen, das Gefüge ist stark vergröbert, und man sieht die Werkstoffzerstörung unter den großen Kristallen, die dem Ermüdungseinriß vorausgehen.

Bei einem Nuten-Zahnrad, das aus gehärtetem Chrom-Nickel-Stahl mit 125 kg/mm² Festigkeit hergestellt war, traten nach mehrjähriger Betriebsdauer an den vier Nuten bei Abb. 20 infolge Torsionsschwingungen Ermüdungseinrisse auf. Durch die mikroskopische Untersuchung konnte eine besonders starke Gefügeveränderung an den Bruchstellen festgestellt werden. Die weniger beanspruchten Stellen, bei *a*, Abb. 20, wo keine Kerbwirkung vorhanden ist, haben das normale Gefüge eines gehärteten Zahnradstahles, Abb. 21, während bei *b*, Abb. 20, wo sich infolge der Kerbwirkung der Nuten ein Anriß durch die Dauerbeanspruchung herausbildete, das Gefüge durch Ermüdung des Werkstoffes sehr stark verändert ist, Abb. 22. Fehler in der Wärmebehandlung oder Werkstoffehler können nicht die Ursache dafür sein, da der Einriß gleichmäßig an allen vier Nuten erfolgt ist und der Werkstoff zwischen den Nuten vollständig normale Struktur zeigt.

Aus den Beispielen ist zu ersehen, daß durch die Dauerbeanspruchung eine bedeutende Veränderung im Kleingefüge der vergüteten Stähle verursacht wird.

Abb. 20
Ermüdungsanrisse in einem Zahnrad aus gehärtetem Cr-Ni-Stahl durch Torsionsschwingungen infolge Kerbwirkung der Nuten

[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 122; Z. f. Metallk. Bd. 15 (1923) S. 68.

Abb. 21
Gefüge des Zahnrades, Abb. 20 bei *a*. Vergr. 480 fach

Abb. 22
Gefüge des Zahnrades, Abb. 20 bei *b*. Vergr. 480 fach

Abb. 23
Cr-Ni-Stahl mit 3 vH Ni auf 75 kg/mm² vergütet, unbeansprucht
Vergr. 400 fach

Abb. 24
Derselbe Stahl wie in Abb. 23, aber beansprucht
Vergr. 400 fach

Bei den weich vergüteten Stählen treten die Korngrenzen viel deutlicher hervor, das Gefüge wird gröber, und es tritt eine deutliche Sonderung in zwei Phasen ein; der Anteil an Ferrit scheint vergrößert zu werden. Bei gehärtetem Werkstoff mit martensitischer Struktur tritt nach der Dauerbeanspruchung ein dunkler Gefügebestandteil, ähnlich dem Trostit auf, Abb. 21 und 22; durch die Dauerbeanspruchung scheint eine ähnliche Veränderung des Gefüges wie beim Anlassen einzutreten.

Eine solche Änderung des Gefüges müßte aber mit einer Änderung der Härte verbunden sein. Kugeldruckversuche mit einer 2 mm-Kugel bei 100 kg Belastung ergaben jedoch nur geringe Unterschiede in der Brinellhärte, die innerhalb der Versuchsfehler liegen. Allerdings kann die Brinellhärte in diesem Falle nicht maßgebend sein, da durch die wiederholten Dauerverformungen infolge der Wechselbeanspruchung gleichzeitig eine Art Kalthärtung, also eine Härtesteigerung auftritt.

Möglich wäre auch, daß durch die infolge der Dämpfung entwickelte Wärme ein Anlassen der Stähle stattfindet. Nach den Lehrschen Versuchen[3]) beträgt die Temperatursteigerung bei der Dauerfestigkeit rd. 50 bis 70 °C, wobei nicht gekühlt wird. Nun wurde aber bei den Dauerversuchen der Probestab immer kräftig gekühlt, und zwar wurde als Kühlmittel wasserlösliches Bohröl benutzt, so daß die tatsächliche Temperatur des Probestabes beim Dauerversuch weit unter 50° annähernd bei Zimmertemperatur liegen muß. Außerdem tritt die stärkste Gefügeveränderung an den am meisten gezerrten Fasern in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des Probestabes auf, also gerade dort, wo die Kühlung am kräftigsten ist. Örtliche Überhitzungen an der Bruchstelle kommen nicht in Betracht, da sich die Gefügeveränderungen im ganzen zylindrischen Teil des Dauerbiegestabes, also auch mehrere Zentimeter von der Bruchstelle entfernt, nachweisen lassen, wo örtliche Überhitzungen der Bruchstelle nicht mehr wirksam sein können. Hanemann und Traeger[4]) fanden für gehärteten Kohlenstoffstahl mit 0,97 vH C den niedrigsten Umwandlungspunkt bei 100 °C. Enlund, Maurer, Hanemann und Schulz, Heyn und Bauer, Driessen u. a. fanden die niedrigsten Umwandlungspunkte bei gehärteten Kohlenstoffstählen zwischen 95 und 150 °C, also bei Temperaturen, die weit höher sind, als sie bei den Dauerversuchen mit gekühlten Probestäben auftreten können.

Der von Hanemann und Traeger verwendete eutektische Kohlenstoffstahl zeigt martensitische Struktur mit Austenitresten. Durch 14stündiges Anlassen bei 100 °C wurde der Martensit in Trostit verwandelt, während der Austenit erhalten blieb. Die von mir untersuchten vergüteten Stähle wurden bei 500 bis 600 °C angelassen, es ist also kaum anzunehmen, daß bei 100 °C so weitgehende Gefügeveränderungen stattfinden können, wie sie durch die Dauerbeanspruchung festgestellt wurden. Zur Überprüfung wurde ein vergüteter Nickelstahl mit 3 vH Nickel und 75 kg/mm² Festigkeit untersucht. Das Gefüge des unbeanspruchten Werkstoffes zeigt Abb. 23 und das des beanspruchten Abb. 24. Auch hier ist die starke Kornvergröberung und ausgesprochene Kennzeichnung der Korngrenzen zu sehen. Durch 20stündiges Anlassen in kochendem Wasser veränderte sich weder im beanspruchten, noch im unbeanspruchten Teile das Gefüge.

Da bei der Wechselbeanspruchung die Temperatur des Stahles bedeutend niedriger als 100 °C ist, kann die Veränderung des Kleingefüges nur auf die wiederholten kleinen Dauerverformungen, die eine Folge der Wechselbeanspruchung sind, zurückgeführt werden. Ob dabei eine rein mechanische Trennung der Phasen oder eine Verschiebung des metastabilen Gleichgewichtes stattfindet, konnte noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden. [M 2517]

[3]) Vergl. E. Lehr, „Die Abkürzungsverfahren zur Ermittlung der Schwingungsfestigkeit von Materialien", Doktorarbeit, Technische Hochschule Stuttgart, 1925.

[4]) „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1508.

RUNDSCHAU

Gießerei

17. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Gießereifachleute

Unter starker Beteiligung fand die Hauptversamm-
ıg des Vereins Deutscher Gießereifachleute am 6. bis
Mai in Berlin statt. Sie wurde durch eine Tagung
. Technischen Hauptausschusses für
eßereiwesen eingeleitet und brachte mehrere Vor-
ge aus verschiedenen zur Zeit besonders wichtigen Fach-
ieten.

Reichsbahnrat Dipl.-Ing. Reitmeister, Kirch-
ser, berichtete über

ein neues Formsandprüfverfahren[1]**.**

Nach einleitenden Ausführungen über die Wichtigkeit
ıktisch verwertbarer Formsanduntersuchungen für die
ırteilung geeigneter Formsandmischungen beschrieb er
Prüfungsverfahren, mit dem man auf rein physika-
hem Wege Bindefestigkeit, Stampffestigkeit und Gas-
chlässigkeit feststellen kann. Nach näherer Erklärung
ser Begriffe bezeichnete er die Prüfverfahren als am
ignetsten, weil es die Eigenschaften der fertigen Form
besten bewertet. Für die Gasdurchlässigkeit entwickelte
eine Formel, die eine Berechnung ihrer im verdich-
n Formsand vorhandenen Größe ermöglicht. Das Maß
ı Verdichtungsarbeit, das einer Form durch Stampfen,
lteln, Pressen usw. zugeführt wird, läßt sich bei
wendung gleicher Sandsorten dadurch leicht fest-
len, daß man das spezifische Gewicht des ge-
nten Sandkörpers bestimmt, das bei maschinell und
ı Hand verdichteten Sandkörpern möglichst überein-
umen soll. Das vorliegende Prüfverfahren gestattet
Prüfen des Sandes in jedem Verdichtungszustand.
läufig wird dabei eine Arbeit von 800 Rüttelhüben mit
1 cm Hubhöhe zur Verdichtung eines zylindrischen
bekörpers von 28,3 cm² Querschnitt und 800 bis 1750 g
vicht zu Grunde gelegt. Sie entspricht ungefähr der
dichtungsarbeit, die ein Handformer zum normalen
stampfen des gleichen Probekörpers leisten muß. Der
tragende hat ein Prüfverfahren, dem ein solcher Kör-
unterworfen wird, ausgearbeitet. Danach wird die
durchlässigkeit in der Weise bestimmt, daß die Sand-
be luftdicht mit einem Kessel in Verbindung gebracht
d, der Druckluft von 0,5 at enthält. Man läßt nun
e Druckluft durch die verdichtete Sandsäule entwei-
n, um aus der Zeit, in der der Druck von 0,5 auf
at abfällt, mit Hilfe der erwähnten Formel die Gas-
chlässigkeit zu berechnen. Dieselbe Probe dient dann
Ermittlung der Sandfestigkeit mit Hilfe einer Scher-
fung.

Reichsbahnrat Dr.-Ing. Kühnel, Berlin, behandelte

die Abnutzung des Gußeisens und ihre Beziehung zum Aufbau und den mechanischen Eigenschaften.

Er berichtete über die Arbeiten eines vom Verein Deut-
er Eisengießereien, Verein Deutscher Gießereifachleute
dem Lokomotiv-Verband mit der Deutschen Reichsbahn
ildeten Ausschusses, der die Abnutzungsbeständigkeit
Gußeisens durch Betriebs- und Laboratoriumsversuche
rüft hat. Die Versuche erstreckten sich bisher auf
Bremsklötze, b) Schieberbüchsen und Ringe und c) Rost-
e.

Die Versuche unter a) und b) ergaben übereinstim-
ıd, daß weiches ferritisches Gußeisen nicht verschleiß-
ist, auch härteres Gußeisen stark angreift. Die be-
digendsten Verhältnisse stellen sich ein, wenn die
te der aufeinander laufenden Teile annähernd die
che und perlitisches Gefüge vorhanden ist. Bei Schie-
üchse und Schieberring muß aber die Büchse etwas
ter als der Ring sein.

Aus den Versuchen unter c) ging hervor, daß die
chtflüssigkeit mancher Kohlenaschen, die Wanderung
Schwefels aus der Kohle in den Roststab und seine
ke Gefügeveränderung infolge äußerer Wärmeeinwir-
gen zusammengenommen Zerstörungsgründe darstellen,
h die die Abnutzungsbeständigkeit des Roststabes
rscheinlich in viel höherem Grade nachteilig beein-
t wird als durch einen hohen Schwefel- oder Phos-
rgehalt. Trotzdem ist aber im Hinblick auf die mecha-
he Beanspruchung des Roststabes und die Bruchgefahr
nicht zu hoher Phosphorgehalt erwünscht.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 543.

Zivilingenieur Mehrtens, Berlin, erörterte

die Bedeutung der Normenbewegung für die Gießerei.

Er berichtete über die Arbeiten des Reichsausschusses für Lieferbedingungen mit dem Deutschen Normenausschuß und dem von den Gießereiverbänden eingesetzten Normenausschuß GINA, und gab einen Überblick über die in Frage kommenden Roh- und Hilfsstoffe in der Gießerei. Die Aufstellung von Liefernormen soll vorgenommen werden für Roheisen, Schmelzzusätze, Nichteisenmetalle, Legierungen, Abfallstoffe, Schrot, Altmetalle, Schmelzkoks und sonstige Brennstoffe, feuerfeste Steine, Formsande, Kohlenstaub usw. Auch über die Vereinheitlichung der Betriebsmittel, Werkzeuge und Geräte in den Gießereien werden Fachnormen vorbereitet, sowie für den Modell- und Formmaschinenbau. Der Vortragende erläuterte die Vorteile, die durch diese Maßnahmen herbeigeführt werden und berichtete, daß das Normenblatt „Gußeisen" als Vorstandsvorlage abgeschlossen sei, das Blatt „Temperguß" im Entwurf vorliege und das Blatt „Stahlguß" endgültig abgeschlossen sei. Zum Schluß wies er darauf hin, daß alle Kreise der Industrie und Wirtschaft die Pflicht hätten, durch eine gesunde Kritik mitzuhelfen, die noch vorhandenen Mängel in den Normenentwürfen zu beseitigen und die Einführung der Liefernormen zu beschleunigen, zur Förderung der deutschen Wirtschaft.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Mathesius, Berlin, sprach über

den Kuppelofen in Theorie und Praxis der letzten Jahrzehnte.

Nach einem Überblick über die erfolgreichen wissenschaftlichen Versuche mit dem Kuppelofenbetrieb der letzten 10 Jahre werden folgende Schlußfolgerungen gezogen:

Die Schmelzleistung steht in einem gesetzmäßigen Zusammenhang mit der Windmenge, die in 1 min durch 1 m² Ofenquerschnitt strömt.

Die günstigsten Schmelzverhältnisse werden mit gutem Koks bei etwa 8 vH Satzkoks erreicht. Es ergibt sich dabei eine Schmelzleistung von 10 t/h, bezogen auf 1 m² Schachtquerschnitt, wenn etwa 100 m³/min Wind, bezogen auf 1 m² Ofenquerschnitt, zugeführt werden. Vermehrung und Verminderung dieser Windmenge beeinflussen das Schmelzergebnis im ungünstigen Sinn und erniedrigen die Eisentemperaturen.

Wird die Satzkoksmenge vergrößert, so stellt sich eine erhebliche Verminderung der Stundenschmelzleistung in Verbindung mit einer Erniedrigung der Eisentemperatur ein. Vermindert man die Satzkoksmengen, so entsteht die Gefahr einer zu niedrig liegenden Schmelzzone, womit eine Steigerung des Abbrandes und das Erschmelzen eines gasreichen Eisens verbunden ist. Unter normalen Betriebsbedingungen kann mit dem Kuppelofen eine höchste Eisentemperatur von 1400 bis 1500° erzeugt werden.

Dr.-Ing. W. Claus, Berlin, machte Ausführungen über

die Beziehungen zwischen Formart und Festigkeitseigenschaften bei Metallguß und über das Naßform-Gußverfahren.

Ausgehend von der kaum geklärten Frage der Eigenschaften gegossener Metalle in Abhängigkeit von der angewandten Formart wird auf die besondere Bedeutung ihrer Klärung für die Metallgießerei hingewiesen, bei der man bestrebt ist, vom Gießen in getrockneten Formen zum Naßguß überzugehen. An der Hand einer Untersuchungsreihe von Reinaluminium, einer Al-Cu-Zn-Legierung und einer Al-Cu-Legierung, die in Kokille, grüner und getrockneter Sandform vergossen worden war, werden die Zahlenwerte der Härte, Zerreißfestigkeit, Dehnung und Schlagarbeitsleistung erörtert und der Einfluß der Formart auf den Gefügebau behandelt.

Die Untersuchungen zeigen, daß der Naßguß im Durchschnitt um eine Kleinigkeit bessere Eigenschaften aufweist als Trockenguß. Bedeutend besser sind sie indessen bei Kokillenguß.

In mechanisch-technologischer Hinsicht bestehen demnach gegen die Einführung des Naßform-Gußverfahrens in den Metallgießereien keine Bedenken.

Dr.-Ing. Bardenheuer, Düsseldorf, besprach als letzter Vortragender

die Verbrennungsvorgänge im Kuppelofen und ihre Beeinflussung durch die Kohlenstaub-Zusatzfeuerung[2]**.**

Nach einleitenden Erörterungen über die Verbrennungsvorgänge und die Schmelzleistung der Kuppelöfen wird auf die Möglichkeiten eingegangen, die die Kohlen-

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 233.

staub-Zusatzfeuerung[3]) bietet, um die Nachteile des üblichen Kuppelofen-Schmelzbetriebes zu beseitigen und durch Beschleunigung des Schmelzvorganges die allgemeinen Wärmeverluste, die durch Strahlung und Leitung veranlaßt sind, herabzusetzen. Durch das Einblasen eines Teiles des dem Ofenschacht zugeführten Brennstoffes in Gestalt von Kohlenstaub etwas oberhalb der Winddüsen wird in der Schmelzzone eine örtlich sehr starke Wärmeentwicklung und damit auch Temperaturerhöhung erreicht, womit vermutlich gleichzeitig auch eine bessere Verbrennung des Kokses verbunden ist. Die Folge ist die Verkleinerung der Kokssätze, demzufolge weniger Koks mit den aufsteigenden heißen Gasen in Berührung kommt, wodurch die Verluste durch Kohlenoxydrückbildung aus der Kohlensäure verringert werden.

Über die Wirkungsweise des Verfahrens und die mit ihm erreichten Wärmebilanzen ist in dieser Zeitschrift eingehend berichtet worden[4]). Der Vortragende teilt mit, daß es nach Versuchen aus der allerletzten Zeit möglich ist, das neue Verfahren so zu leiten, daß sich im Kuppelofen ein hochwertiges Gußeisen[5]) mit einer Biegefestigkeit von 46 bis 58 kg/mm² bei 10 bis 13 mm Durchbiegung und 28 bis 35 kg/mm² Zugfestigkeit im laufenden Betrieb mit Sicherheit erschmelzen läßt. [N 506]

Hamburg Lohse

[3]) Erfindung von Dr.-Ing. A. Kaiser, Oberhausen, Rhld.
[4]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 233.
[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 562.

Gaserzeugung

Lade-Stoßmaschine für kleinere Gaswerke

Seitdem man in der Gasfachwelt erkannt hat, welch große Vorteile die vollgeladene Retorte bringt[1]), gewann der wagerechte Retortenofen wieder mehr an Boden und ist heute in seiner verbesserten Konstruktion, dem wagerechten Kleinkammerofen, bei dem ebenfalls nur mit vollgeladenen Entgasungsräumen gearbeitet wird, dem besten neuzeitlichen Gaswerkofen gleichwertig. In neuerer Zeit baut man in England ganz große Gaswerke, für die in Deutschland bei der gegenwärtigen Einstellung nur Senkrecht- oder Schrägöfen in Frage kämen, mit Retorten großen Profils aus, die man vollständig füllt.

Auf einigen kleineren Werken hat man seit einiger Zeit eine Lade-Stoßmaschine, Abb. 1 und 2, die unter Anlehnung an die Schleudermaschine von C. Eitle konstruiert ist, in Betrieb genommen.

Man beschritt beim Bau dieser Maschine einen ganz neuen Weg; denn der Anbau der Stoßmaschine als geschlossene Einheit wäre zu teuer geworden. Deshalb verlängerte man das Schleudermundstück, das bisher vor dem Entgasungsraum endete, in der Weise, daß es gleichzeitig als Stößel benutzt werden kann. Man bildete den Stößel hohl aus und schleudert nun nach Entfernung des Kokses die Kohle durch den Stößel hindurch.

Nach Öffnen der Retorten oder Kleinkammerverschlüsse fährt man mit dem freitragend angeordneten Stoßrohr *a* in

[1]) Z. Bd. 65 (1921) S. 75.

Abb. 1
Lade-Stoßmaschine für kleinere Gaswerke
a freitragendes Stoßrohr *b* Kokswagen *c* Trichter
d Stahlgußgehäuse des Schleudergerätes *f* Stößel für Retorten, Ansicht von vorn *g* Stößel für Kleinkammern, Ansicht von vorn

Abb. 2
Lade-Stoßmaschine auf dem Prüfstand
e Zuflußregler, s. a. Abb. 1

den Entgasungsraum und drückt den Koks durch die hinte Öffnung in den Kokswagen *b*. Während oder nach erfolgte Rückgang des Stößels werden die Kohlen aus dem Trichte den in einem Stahlgußgehäuse *d* laufenden Stahlflügeln z geführt, die den Kohlen die notwendige wagerechte B schleunigung erteilen.

Die Flügel wirbeln ähnlich der Mischtrommel die Kohl durcheinander und werfen, da die erteilte Beschleunigu größer als der notwendigen Wurfarbeit entsprechend g wählt ist, die Kohlenteilchen fest aufeinander; hierdur gewinnt man, wie sonst mit der Stampfvorrichtung, ein guten Koks. Damit in der Ruhezeit der Durchgang dur das Ofenhaus freibleibt, ist das Stoßrohr schwenkbar befesti

Die aus dem Hängerahmen herausgehobene Maschi auf dem Prüfstand mit dem ausschwenkbaren Stoßrohr und dem zwischen zwei Schwungrädern eingebaut Schleudergerät *d* zeigt Abb. 2. Der Zufluß der Kohlen a dem Trichter *c* wird mit einem zweiarmigen Hebel *e* g regelt.

Kleinere Werke können mit Hilfe der Lademaschine d Retorten voll beschicken und damit auf eine Garungsz von 12 h und auf den Zweischichtenbetrieb übergehe anderseits durch Dampfen der Retorten Ausbeuten und L stungen erreichen, wie sie bisher nur in großen Werk üblich waren. Ein weiterer Vorteil für die kleinen Wer ist der, daß mit Einführung der Maschine nun auch i kleinsten Werke der wagerechte Kleinkammerofen ve wendet werden kann, mit Hilfe dessen es wiederum mö lich ist, die Leistung weiter zu steigern. [M 227]

Stuttgart Oberingenieur L. Stock

Werkstoffe

Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermit lung der Dauerstandfestigkeit von Stal bei erhöhten Temperaturen

Die bisher im Schrifttum bekanntgegebenen Arbeit über die Festigkeitseigenschaften von Stahl bei erhöht Temperaturen lassen sich trennen in solche, die ohne B rücksichtigung des Zeiteinflusses, und solche, die mit B rücksichtigung des Zeiteinflusses durchgeführt sind.

Die erste, ältere Versuchsgruppe ergibt übereinsti mend für Stahl im geglühten Zustand ein stetiges A fallen der Elastizitäts- und Streckgrenze mit steigender Te peratur. Die Zugfestigkeit fällt mit zunehmender Ve suchstemperatur zu einem Mindestwert zwischen 50 u 200 °, steigt zu einem Höchstwert zwischen 200 und 350 an und fällt weiter mit steigender Temperatur ständig a Den Höchstwerten der Festigkeit entsprechen Mindestwer der Einschnürung bei nahezu gleichen Temperaturen u Mindestwerte der Dehnung bei gewöhnlich etwas nied geren Temperaturen.

Die mit Berücksichtigung des Zeiteinflusses durchge-
ihrten Versuche ergaben, daß oberhalb einer gewissen
renztemperatur (etwa 300 °) mit gesteigerter Versuchzeit
ie Zugfestigkeitswerte abnehmen.

Nach den angewandten Versuchsverfahren lassen sich
ie Versuche in drei Hauptgruppen trennen:

a) Versuche bei gleichbleibender Temperatur mit bestimmter Dehngeschwindigkeit,
b) Versuche bei gleichbleibender Belastung mit veränderlicher Temperatur,
c) Versuche bei gleichbleibender Temperatur und Belastung.

Die letzte, vornehmlich bei neueren Untersuchungen
ngewandte Versuchsart bezweckt, durch stufenweises Be-
nd Entlasten für eine bestimmte Temperatur die Spannung
ı ermitteln, bei der die anfänglich auftretende Dehnung
ach einer gewissen Zeit noch zum Stillstand kommt. Bei
berschreitung der so ermittelten Grenzspannung setzt nach
əm anfangs starken Dehnen ein langsames, anhaltendes
'eiterdehnen bis zum Bruch des Probestabes ein. Die Er-
ittlung dieser kritischen Spannung erfordert sehr lange
ersuchzeiten, so daß ihre Bestimmung als laufendes Werk-
off-Prüfverfahren nicht in Frage kommt.

Die von A. Pomp und A. Dahmen[1]) angestellten
ntersuchungen bezweckten, ein Prüfverfahren zu ermitteln,
ıs mit genügender Genauigkeit und in nicht allzu langer
eit die Eigenschaften des Werkstoffes bei erhöhter Tem-
əratur und lang anhaltender Belastung bestimmt.

Stähle mit steigendem Kohlenstoffgehalt von 0,046 bis
vH C sowie ein nickellegierter Stahl mit 0,09 vH C und
18 vH Ni wurden bei Temperaturen von 300 bis 500 °
ntersucht.

Den Dehnvorgang verfolgte man in der Weise, daß der
ersuchstab in die Prüfmaschine eingespannt, auf die ge-
ünschte Temperatur gebracht und über längere Zeiträume
indurch einer gleichbleibenden Belastung ausgesetzt wurde.
ach gewissen, zunächst beliebig gewählten Zeitabschnitten
urde der Versuch am gleichen Stab mit stufenweise ge-
eigerter Belastung wiederholt. Gleichzeitig wurden stän-
g Dehnungsmessungen vorgenommen. Aus den berech-
əten mittleren Dehngeschwindigkeiten, bezogen auf 1 h, und
ən aufgezeichneten Dehnungs-Zeit-Schaulinien war zu ent-
əhmen, daß die Dehngeschwindigkeit stark von der Be-
ɔachtungszeit abhängig ist, und daß die Dehnung mit der
əit bei bestimmten Temperaturen und Belastungen ab-
ingt. Als Ursache dieser Erscheinung wird die bei der
ehnung im Werkstoff auftretende Verfestigung angenom-
en. Es müßte also bei allen unterhalb der Rekristallisa-
onstemperatur liegenden Prüftemperaturen ein Abklingen
r Dehnung mit der Zeit auftreten. Bei sehr hohen Be-
stungen wird jedoch die infolge der Verfestigung auf-
etende Festigkeitssteigerung durch die bei der Querschnitt-
rminderung eintretende Spannungserhöhung übertroffen,
ıd der Werkstoff dehnt sich fortgesetzt bis zum Bruch.
it steigender Versuchstemperatur oder steigendem Reck-
'ad bei gleichbleibender Temperatur nimmt die Rekristalli-
tionsgeschwindigkeit rasch zu, so daß schon bei sehr
ıedrigen Belastungen, infolge der eintretenden Entfesti-
ıng, mit einem dauernden Dehnen des Werkstoffes zu
chnen ist.

[1]) Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. 9
27) Lfg. 3 S. 30.

Versuche an Kupfer und Zink bei Raumtemperatur sowie an Stählen bei Prüftemperaturen oberhalb der Rekristallisationstemperatur (600 °) bestätigen den Einfluß der Rekristallisation auf den Dehnungsverlauf.

Auf Grund der aus dem Schrifttum bekannten Veröffentlichungen und der von den Verfassern angestellten Untersuchungen wird das Verhalten eines Werkstoffes bei gleichbleibender Belastung und Temperatur durch die in Abb. 3 wiedergegebene Form gekennzeichnet.

Die Höchstbelastung, bezogen auf die Querschnitteinheit, bei der das anfänglich starke Dehnen noch zum Stillstand kommt, sei als wahre Dauerstandfestigkeit bezeichnet. Oberhalb dieser Belastung dehnt sich der Stab fortgesetzt bis zum Bruch. Da die Ermittlung dieser Belastung sehr lange Versuchzeiten, möglicherweise Monate und Jahre, erfordert, wurde folgender Weg beschritten, um zu einem abgekürzten Verfahren zu gelangen.

Als praktische Dauerstandfestigkeit wird die Belastung angenommen, bei der die Dehnung in einem bestimmten, in der zweiten Dehnperiode liegenden Zeitabschnitt einen gewissen Betrag nicht überschreitet. Als zulässige Dehngeschwindigkeit wird eine solche von 0,001 vH/h festgesetzt und auf Grund der angestellten Untersuchungen die Beobachtungszeit jedesmal zwischen der dritten und sechsten Stunde nach Aufgabe der Belastung gewählt.

Durch zwei oder drei Versuche gelangt man zu Belastungswerten, denen nahe ober- oder unterhalb von 0,001 vH/h gelegene Dehngeschwindigkeiten entsprechen, und ermittelt hieraus durch Interpolation den gesuchten Wert.

In Abb. 4 und 5 ist der Verlauf des Versuches und die Auswertung schematisch dargestellt. Den Belastungen B_1, B_2 und B_3 entsprechen in der Zeit t die Dehngeschwindigkeiten a, b und c, die sich berechnen aus der Gleichung

$$\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_0}{t} = a, \quad \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{t} = b, \quad \frac{\varepsilon_4 - \varepsilon_3}{t} = c.$$

Trägt man die Dehngeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Spannung auf, Abb. 4, wobei die einer Geschwindigkeit von null entsprechenden Spannungen nicht berücksichtigt werden, und verbindet die Punkte miteinander, so schneidet die Verbindungslinie eine im Abstande von 0,001 zur Ordinate gezogene Parallele im Punkte P. Die zu P gehörige Ordinate, Abb. 5, stellt die gesuchte Dauerstandfestigkeit dar.

Die Prüfung der Brauchbarkeit dieses Verfahrens ergab zufriedenstellende Ergebnisse, wie das in Abb. 6 wiedergegebene Auswertungsbeispiel an Stahl F mit 0,58 vH C bei 300 ° erkennen läßt. Weitere Untersuchungsergebnisse an Stählen mit steigendem Kohlenstoffgehalt bei 300 bis 500 ° sind in Abb. 7 wiedergegeben. Die Dauerstandfestigkeit fällt mit steigender Temperatur stark ab, am stärksten zwischen 400 und 500 °. Mit wachsendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Dauerstandfestigkeit des Stahles zu. Eine Ausnahmestellung nimmt Stahl G mit 1 vH C ein, dessen Dauerstandfestigkeit zwischen der des Stahles A mit 0,046 vH C und der des Stahles D mit 0,23 vH C liegt. Der Grund ist in der Gefügeausbildung zu suchen. Stahl G weist ein aus kugeligem Zementit und Ferrit bestehendes Gefüge auf; die übrigen untersuchten Stähle zeigen ein Gefüge von lamellarem Perlit und Ferrit. Der Flächenanteil an Zementit beträgt in Stahl G 15 vH und der des Perlits im Stahl D 27 vH. Hieraus ist der niedrige Wert der Dauerstandfestigkeit von Stahl G zu erklären.

Abb. 3
Dehnungs-Zeit-Schaulinien für verschiedene Belastungsstufen (schematisch)

Abb. 4 und **5**
Schema eines abgekürzten Verfahrens zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit

	Belast. kg/mm²	Dehngeschw. vH/h	Dauerstdf. kg/mm²
a	24	0,000 56	24,4
	26	0,002 33	
b	24,5	0,001 83	23,6
	26	0,003 33	

Abb. 6
Dauerstandfestigkeit (Auswertung) von Stahl F (0,58 vH C) bei 300°

Abb. 8
Dauerstandfestigkeit von geglühten Blechen in der Wärme

Abb. 7
Dauerstandfestigkeit von geglühten Stählen in der Wärme

Untersuchungen verschiedener Bleche mit 0,06 und 0,11 vH C sowie eines legierten Bleches mit 0,09 vH C und 3,18 vH Ni zeigten die Überlegenheit des nickellegierten Werkstoffes gegenüber den reinen Kohlenstoffstählen, Abb. 8.

Um den Einfluß der Vorbehandlung des Werkstoffes auf die Dauerstandfestigkeit zu prüfen, wurden Stahl A und D einmal im geglühten und einmal im vergüteten Zustand untersucht. Bei Temperaturen von 300 bis 400° zeigte sich eine beträchtliche Überlegenheit des vergüteten Werkstoffes, die jedoch bei 500° vollkommen verschwindet. [M 371]

Düsseldorf A. Pomp

Maschinenteile

Preßsitzverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche

Die Fortschritte der Meßtechnik in Verbindung mit den Ergebnissen der Werkstoffprüfung gestatten es, technologische Vorgänge rechnerisch zu erfassen und die auf rein praktischen Erfahrungen fußenden Arbeitsweisen und konstruktiven Ausbildungen bestimmter und in engeren Grenzen festzulegen. Eine Arbeit von Huggenberger, Zürich[1]), behandelt die Aufgaben, die beim Einpressen von Achsen in die Naben der Radsterne bei Lokomotiven und Eisenbahnwagen zu erfüllen sind.

Es handelt sich in der Hauptsache darum, die Preßverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche zu untersuchen und die zweckmäßige Bemessung des Nabenringes und der Zugabe festzulegen. Nachdem die Bemessung des Radnabenringes rechnerisch ermittelt war, wobei sich die Nabenwanddicke gleich dem Bohrungshalbmesser ergab, wurden vier Versuchsreihen durchgeführt, bei denen die radiale Zugabe 0,082, 0,16, 0,163 und 0,318 mm bei 205 mm Nabenbohrung betrug.

Die Versuche erstreckten sich auf die Untersuchung der Radsatzpresse, die beim Ein- und Auspressen auftretenden Kräfte und Erscheinungen und auf die Verhältnisse bei verschiedenen Zugaben. Zum Vergleich wurden auch Versuche mit kegelförmigen Sitzflächen durchgeführt, bei denen der Achsenkopf eine Neigung von 1 : 200, die Nabenringbohrung eine Neigung von 1 : 300 der Kegelmantellinien hatte. Außer[-]dem wurde der Einfluß eines in axialer Richtung einge[-]preßten Rundkeiles zur Verhinderung der Verdrehung er[-]mittelt. Der Einfluß des Schmiermittels, über den Unge[r] ausreichende Untersuchungen angestellt hat, wurde nicht i[n] Betracht gezogen. Als Schmiermittel wurde ein Gemisc[h] von 10 Gewichtsteilen Leinöl und 90 Gewichtsteilen Tal[g] benutzt.

Zum Messen der Formänderungen und Beanspruchunge[n] des Nabenringes auf Stirn- und Mantelflächen wurden Hug[-]genberger-Dehnungsmesser (Tensometer), Abb. 9, benutz[t], die außerordentliche Meßfeinheit und Empfindlichkeit m[it] geringem Platzbedarf vereinen. Besondere Bauarten wu[r-]den zu den Messungen in den Ringzonen nahe der Nabe[n-]bohrung notwendig.

Das neuartige Einpreßverfahren bei zylindrischen Sit[z-]flächen verwendet einen kegeligen Dorn mit den in Abb. 1[0] wiedergegebenen Abmessungen, der vor dem Achsenko[pf] durch die Nabenbohrung gepreßt wird. Der Dorn ist i[m] Einsatz gehärtet und geschliffen, der Durchmesser seine[s] zylindrischen Teiles entspricht dem Durchmesser der Achs[e].

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, daß bei zyli[n-]drischer Sitzfläche eine wesentlich gleichmäßigere Bea[n-]spruchung des Nabenringes in axialer Richtung eintritt un[d] daß daher eine wirtschaftlichere Ausnutzung des Werkstoff[es] möglich wird. Die Arbeit zum Abpressen erreichte den 2,[5] bis 4,5fachen Betrag des zum Abpressen bei kegeliger Sit[z-]fläche gebrauchten, und zwar bei unbeträchtlicher bleibe[n-]der Verformung des Nabenring-Werkstoffes. Bleibende Ve[r-]formung wurde bei einer radialen Zugabe von 0,320 mm b[is] etwa in die Mitte der Nabenringbreite wirkend festgestell[t].

Das Schlichten der Sitzfläche bei wiederholtem Einpre[s-]sen ergab keinen nachteiligen Einfluß auf die Güte der Ve[r-]

[1]) Dr. sc. techn. A. Huggenberger, „Die Festigkeit der Preßsitzverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche", Sonderheft der Technischen Blätter, herausgeg. von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur.

Abb. 9
Schema des Dehnungsmessers von Huggenberger

a abgegrenztes Ringlinienelement auf der Ringstirnfläche
b feststehende auswechselbare Schneide
c drehbares Schneidenprisma
d Übertragungshebel
e Kupplung
f Dreharm
g Maßteilung für 1200 fache Vergrößerung
h Zugfeder zur Verbindung von *d* mit *f*

Abb. 10
Dorn für das Einpreßverfahren

Abb. 11
Das Lebensgefahrgebiet des elektrischen Stromes

Abb. 13
Die lebensgefährlichen Spannungskurven bei verschiedenen Widerständen des menschlichen Körpers
a 4000 Ω *b* 2000 Ω *c* 1000 Ω

bindung. Der eingepreßte Rundkeil von rd. 25 mm Dmr. vergrößerte die Haftkraft. Durch die Bohrung des Rundkeilloches wurden die Beanspruchungsverhältnisse nicht beachtenswert beeinflußt, die Verdrehungssicherheit wurde durch den Rundkeil wesentlich erhöht.

Bei den Verbindungen mit kegeliger Sitzfläche trat die Lockerung bereits bei einem Wege von halber Nabenringbreite ein, während bei zylindrischer Sitzfläche der Schlupfweg bis zur völligen Lockerung der Achse gleich der Nabenbreite war. Die Ergebnisse sprechen in jeder Weise für die Anwendung zylindrischer Sitzflächen. [M 296]

Berlin W. Deutsch

Elektrotechnik

Die Lebensgefährlichkeit niedrig gespannten Wechselstromes[1])

Allgemein wird angenommen, daß die Gefährlichkeit des Wechselstromes für das menschliche Leben mit der Spannung wachse, oder daß die Spannung selbst die Schädigung des menschlichen Körpers herbeiführe, die den Tod zur Folge hat. Diese Annahme trifft jedoch nach den Erfahrungen nicht zu. Maßgebend für die Hemmung der Herztätigkeit oder der Atmung und damit für den Eintritt des Todes ist der Strom, der den Körper durchfließt. Der Strom bemißt sich nach dem Ohmschen Widerstand, den der Körper, insbesondre in feuchten Räumen, aufweist. Die Lebensgefahr nimmt aber keineswegs mit steigender Stromstärke zu. Durch Tierversuche und Messungen bei Hinrichtungen im elektrischen Stuhl ist erwiesen worden, daß die untere Grenze der Lebensgefahr etwa bei 0,1 A und die obere bei etwa 1 A liegt, daß also bei noch höheren Stromstärken eine Berührung der stromführenden Teile nicht tödliche Folgen zu haben braucht und von einer bestimmten Stromstärke ab gefahrlos bleibt. Eine rohe Umgrenzung des Gefahrengebietes wäre demnach zeichnerisch durch ein Rechteck ABCD nach Abb. 11 gegeben.

Die Wahrscheinlichkeit eines tödlichen Ausganges eines Unfalles verläuft nach irgendeiner Kurve, die von null ansteigt, bei einer gewissen Stromstärke ihren Höchstwert erreicht, und dann wieder auf null fällt. Diese Wahrscheinlichkeit in vH sei hier als Gefahr bezeichnet; eine Gefahr von 60 vH bedeute, daß von 100 Unfällen voraussichtlich 60 tödlich verlaufen werden. Nimmt man in zweiter Annäherung als Stromstärke, bei der die Gefahr gleich null ist, etwa 0,05 A an und läßt man die Gefahr linear bis 0,1 A ansteigen, so erhält man den aufsteigenden Ast dieser Kurve *EB*, der, mit Abrundung an den Koordinatenanfang geführt und an die Tangente im Höchstwert von 100 vH angelegt, eine ziemlich glaubwürdige Gestalt erhält. Der Höchstwert läge dann etwa bei 0,14 A.

Über den abfallenden Ast der Gefahrenkurve kann man allerlei Vermutungen hegen, aber nichts Bestimmtes aussagen. Immerhin kommt die Beobachtung zu Hilfe, daß bei Auftreten starker Brandwunden, die von hohen Stromstärken herrühren, der Unfall nicht tödlich verläuft, und daß anderseits bei Todesfällen durch den elektrischen Strom nur geringe oder keine Verbrennungen auftreten. (Im Sinne dieser Arbeit sollen nur die unmittelbaren Todesfälle und nicht solche als spätere Folgen starker Verbrennungen betrachtet werden.) Die Gefahrenkurve dürfte daher im Bereiche der niedrigen Stromstärken vom Höchstwert ab ziemlich steil abfallen, etwa nach *FD*.

Für den Fall der Niederspannungen, die nur geringe Stromstärken erzeugen, ist jedoch der abfallende Ast von geringerer Wichtigkeit als der aufsteigende, der in Abb. 12 in einem vergrößerten Abszissenmaßstab aufgezeichnet ist. Diese Abbildung lehrt, daß eine Stromstärke bis 0,025 A als gefahrlos angesehen werden kann, daß ferner bei höherer Stromstärke eine starke Steigerung der Gefahr eintritt, die bei etwa 0,14 A ihren Höchstwert erreicht, und daß schließlich die Gefahr weiterhin abnimmt, um bei 1 A zu verschwinden, Abb. 11.

Der Leitungswiderstand des menschlichen Körpers in feuchten Räumen ist etwa von der Größenordnung 1000 bis 4000 Ω. Die Spannungen, die bei den in Abb. 12 gewählten Widerständen, 1000, 2000 und 4000 Ω, die auf der Abszissenachse eingetragenen Stromstärken erzeugen, sind ebenfalls in dieser Schaulinie berücksichtigt. Todesgefahr liegt demnach unbedingt vor bei 560 V für $R = 4000$, 280 V für $R = 2000$, und 140 V für $R = 1000\,\Omega$. Aus Abb. 12 können dann die Gefahrenkurven der verschiedenen Spannungen für die drei genannten Widerstände mit gleichem Maßstabe der Abszisse übereinander gezeichnet werden, Abb. 13.

Diese drei Schaulinien zeigen, daß je nach dem Leitungswiderstande des menschlichen Körpers die gleichen Spannungen ganz verschiedene Gefahren bieten[2]). Der Übersichtlichkeit wegen seien die drei gebräuchlichsten Spannungen, nämlich 127, 220 und 290 V gegen Erde, berücksichtigt und in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Gefährlichkeit der Spannungen

Widerstand des menschl. Körpers Ω	Gefahrhöhe in vH bei 127 V	220 V	290 V
4000	2	16	40
2000	30	90	100
1000	100	85	70

Es ergibt sich also die nach der verbreiteten Anschauung zunächst widersinnig erscheinende Erscheinung, daß eine Spannung von 127 V unter Umständen mit Gewißheit den Tod herbeiführt ($R = 1000\,\Omega$), während in anderen Fällen eine Spannung von 290 V nur mit 40 vH Wahrscheinlichkeit tödlich wirkt ($R = 4000\,\Omega$). Die Erfahrungen bestätigen dies aber; denn es sind Fälle beobachtet worden, die nicht tödlich verliefen, aber aus der Art der Verbrennungen erkennen ließen, daß die Stromstärken höher als 0,1 A gewesen waren. Es ist daher ganz unberechtigt, die Spannung allein für die Unfälle verantwortlich zu machen oder gar, wie angeblich in Schweden geplant, der behaupteten größeren Gefährlichkeit wegen für Neuanlagen von Drehstromnetzen die Spannung auf 270/127 V zu beschränken. [M 92]

Berlin Emil Klapper

Abb. 12
Der aufsteigende Ast der lebensgefährlichen Stromkurve

[1]) z. T. nach „Sterkstroom" Bd. 4 (1926) S. 309.

[2]) „Für den gesamten Leitungswiderstand des menschlichen Körpers ist der Übergangswiderstand ausschlaggebend. Er ist gering bei feuchter verschwitzter, mit Salzlösungen bedeckter Hautfläche.

Kleine Mitteilungen

Gleichstrom-Dampfmaschine mit Öldrucksteuerung

Der Personenraddampfer „Helvétie“ (Länge zwischen den Loten 70,1 m; Breite über Spanten 8,53 m; Verdrängung 560 t; Geschwindigkeit 28 bis 30 km/h) hat eine dreizylindrige Gleichstrom-Dampfmaschine besonderer Bauart von Gebr. Sulzer, Winterthur.

Die Zylinder haben sämtlich 850 mm Dmr. bei 1200 mm Hub des Kolbens. Bei 46 Uml./min, 14 vH Füllung, 90 bis 92 vH Luftleere leistet die Maschine 1500 PS_i. Der Kolben ist rd. 1100 mm lang. Die Einlaßventile werden nicht mehr durch Exzenter und Gestänge gesteuert, sondern mittels eines unter Öldruck stehenden Kolbens betätigt. Ein von der Kurbelwelle mittelbar getriebener Kolbenschieber regelt den Ölzufluß zu den Ventilen, die als gewöhnliche Tellerventile in Boden und Deckel angebracht sind.

Mit einem Hebel werden sowohl die Kolbenschieber und somit die Maschine umgesteuert, als auch die Höhe des Öldruckes geregelt. Dadurch erfolgt dann die Regelung der Maschine, da sich die Öffnung des Hauptdampfventils und der Einlaßventile dem Öldruck entsprechend einstellt.

Durch Wegfall der Steuerungsgestänge wird die Bauart der Maschine wesentlich gedrängter. Bei der Durchbildung ist ferner große Sorgfalt auf ungehinderte Wärmedehnung aller Bauteile gelegt worden; ebenso ist Druckschmierung für alle Teile vorgesehen, wobei die einstellbaren Radlager gegen Wassereintritt besonders gut geschützt wurden. („The Engineer“ 24. Juni 1927 S. 676) [N 613 d] Ls.

Entwicklung der englischen Kraftwagen-Industrie

Kerr Thomas sprach am 28. Juni d. J. in einer Versammlung der Institution of Mechanical Engineers zu Birmingham über verschiedene Einflüsse der Kraftwagenerzeugung auf die Entwicklung andrer Industriezweige. Außer einigen Hinweisen auf neue Arbeitsverfahren, z. B. das Bohren der Zylinder auf stehenden Maschinen, das Anfräsen von Keilen in Wellen usw. behandelte er besonders auch die wirtschaftlichen Wirkungen des gesteigerten Kraftwagenbaues, namentlich die Abnahme des Bedarfes an gelernten Arbeitern infolge der Zunahme von Sondermaschinen und Vorrichtungen. Die Kraftwagen-Industrie beschäftigte 1925 in England rd. 250 000 Personen, während der englische Werkzeugmaschinenbau nur etwa 15 000 beschäftigt. Auf die Werkzeugmacher, die wirklich gelernten Arbeiter, entfallen nur etwa 7 vH aller Arbeiter. Während ferner vor vier Jahren auf Grund einer Statistik der Arbeitgeber-Vereinigung in der genannten englischen Maschinenindustrie von den Gesamtausgaben 43,17 vH auf Werkstoffe, 19,84 vH auf Löhne und 36,99 vH auf Unkosten entfielen, stellt sich heute für eine Kraftwagenfabrik dieses Verhältnis auf: Material 75 vH, Löhne 11 vH, Unkosten 14 vH, alles infolge der Massenfertigung. („The Engineer“ 1. Juli 1927 S. 21/23) [N 625 b] H.

Halbbewegliche Freiluft-Unterstationen

Die Marland Oil Co. hat auf ihren Ölfeldern in Texas die Dampfmaschinen zum Antrieb der Bohrmaschinen außer Betrieb genommen und durch Asynchronmotoren ersetzt, die den Strom über sogenannte halbbewegliche Unterstationen erhalten. Diese haben Masttransformatoren von 50 kVA Leistung mit 13 200/440 V Spannung bei Dreieck-Dreieckschaltung. Der Strom wird auf der Hochspannungsseite gemessen; Strom- und Spannungswandler, Blitzschutzvorrichtungen, Drosselspulen und Schalter sitzen oberhalb der Transformatoren auf dem Eisengerüst zwischen zwei Gittermasten. Diese werden vollständig auf dem Boden zusammengebaut und dann aufgerichtet. Die Unterstationen lassen sich ohne große Schwierigkeiten an andre Plätze versetzen. („Electrical World“ 25. Juni 1927 S. 1387) [N 625 c] Pa.

Drahtlose Fehlerortbestimmung bei Seekabeln

Um die Ungenauigkeiten der Brückenschaltung zur Fehlerortbestimmung bei Seekabeln zu vermeiden, hat die Great Western Power Co., San Franzisko, ein neues Verfahren ausgearbeitet. Am Ufer wird zwischen Kabel und Erde ein 3 kW leistender Umformersatz geschaltet, der Strom von 500 Per./s liefert. Dann wird der summende Ton dieses Stromes durch einen Zweiröhren-Empfänger aufgenommen, der in einem Boot aufgestellt ist, das über d Kabel entlang geschleppt wird. Sobald die Fehlerstelle üb fahren wird, verschwindet der Summerton im Kopfhörer. vier Seekabelstörungen ist dies Verfahren während des letz halben Jahres benutzt worden; die Zeit bis zum Auffind des Fehlerortes betrug in keinem Fall mehr als 3½ h; anderen Verfahren waren 6 bis 24 h erforderlich. Das V fahren kann bei Bleikabeln und bleilosen Kabeln angew det werden. („Electrical World“ 25. Juni 1927 S. 1386) [N 625 e] Pa.

Neue Messungen der Durchflußzahl von Düsen

Die Durchflußzahl α der deutschen Normaldüsen wu bisher nach Versuchen von Jakob und Erk zu 0,96 genommen. S. I. Davies und C. M. White haben n neuerdings („Engineering“ vom 1. Juli 1927) eine Normdüse von 29 mm l. W. mit einem 38 mm weiten Staura verglichen und aus der von Watson und Schofie bestimmten Durchflußzahl eines derartigen Staurandes Durchflußzahl der Normaldüse neu ermittelt. Zu dies Zweck wurde ein Vierzylinder-Automobilmotor elektri angetrieben und als Luftpumpe benutzt; er sog ei Luftstrom in ein Sammelgefäß durch eine Rohrleitung, die abwechselnd die Düse oder der Staurand eingebaut w Der Druckabfall in beiden war annähernd gleich, und wurde daher angenommen, daß bei gleicher Umlaufzahl Maschine auch die gleiche Luftmenge gefördert wurde. der Reynoldsschen Zahl $R = 50\,000$ kommen die Beobach zu $\alpha = 0{,}97$. Indem sie nun den Werten von Jakob und E eine größere Genauigkeit zuschreiben als diese sel schließen sie, daß α mit zunehmendem R auf etwa 0,955 $R = 100\,000$ sinke und dann wieder auf 0,965 bei $R = 250$ ansteige. Jakob und Erk haben in ihrem Meßbereich (R = 70 000 bis 300 000) $\alpha = 0{,}961 \pm 0{,}008$ erhalten. Davies u White können also recht haben oder nicht. Für das erst sprechen Versuche von Rateau, Leroux und Bougeat („Comptes Rendus“ vom 26. Juli 1926) mit Was an einer Düse, die einige Ähnlichkeit mit der deutsch Normalform hatte und bei der α, abhängig von R a getragen, ebenfalls einen Mindestwert ergab und hier flach verlief, sowie unveröffentlichte Versuche von Jak und Kretzschmer an Normaldüsen, die auf eine trächtliche Zunahme der Durchflußzahl zwischen $R = 300$ und $R = 900\,000$ schließen lassen. [N 625 f] M. J

Kragträgerbrücke in Kalifornien

Die soeben fertiggestellte, rd. 1360 m lange Kragträgbrücke über die Carquinez-Meeresstraße hat zwei große Önungen von je 335 m l. W. Jede Öffnung besteht zwei Kragarmen von rd. 100 m und einem dazwischen a gehängten Teil von rd. 135 m Länge. Bei Hochwasser trägt die lichte Höhe über dem Wasserspiegel rd. 45 m. mittlere Pfeiler in Eisenkonstruktion hat unten rd. 2 45 m² Grundfläche. Er ruht in Höhe des Wasserspieg auf vier Betonsäulen von rd. 10,4 m Dmr. Die grö Wassertiefe unter der Brücke beträgt 30 m. Die Brü dient für den Straßenverkehr; der Fahrweg ist 9,1 m br Der Bau hat 8 Mill. $ gekostet. („Automotive Industri 11. Juni 1927 S. 897, „Engineering News Record“ 12. 1927 S. 777*) [N 625 g] Sd

Erdbebensicheres Gebäude in Tokio

Die Mitsui-Bank erbaut gegenwärtig auf Grund der fahrungen des letzten großen Erdbebens von 1923 in To ein neues Bankhaus, das den besonders gefährlichen Beanspruchungen in der Wagerechten bei Erdbeben standhal soll. Das Gebäude ist 107 m lang, 49,5 m breit und gre auf drei Seiten an Straßen. Das Traggerüst besteht rd. 150 Säulen, die in Fachwerk-Gitterkonstruktion aus führt sind und in der Höhe des ersten Stockwerkes ei quadratischen Querschnitt von 1,45 × 1,45 m² haben, der s entsprechend nach oben verjüngt. Die Säulen sind größtteils im Rechteck angeordnet, so daß freie Räume rd. 34 m² mittlerer Grundfläche entstehen. Die Deckkonstruktion der einzelnen Stockwerke besteht aus Fa werk. Das Gebäude hat fünf Stockwerke, von denen unterste mit 11 m l. Höhe als ein einziger großer Ra ausgeführt ist, der dem Verkehr des Publikums dient. den Bau sind insgesamt 10 000 t Stahl erforderlich. („Engineering News-Record“ 23. Juni 1927 S. 1010) [N 625 h] Sd

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Eisenbau. Ein Handbuch für den Brückenbauer und isenkonstrukteur. Von Luigi Vianello. 3. Aufl. rweitert von Luz David. München und Berlin 1927, . Oldenbourg. 617 S. m. 640 Abb. Preis 31,50 *M*.

Die vorliegende Neuauflage des bekannten Werkes zeigt wesentliche Umgestaltung und Erweiterung des behan- en Stoffes. Einleitend sind zunächst die Abschnitte thematik", „Vier Grundbegriffe aus der Differential- Integralrechnung" und „Mechanik" neu hinzugekom- . Die dann folgenden beiden Abschnitte „Einleitung zur tik" und „Statisch bestimmte vollwandige Träger" zeigen ne wesentlichen Änderungen, bringen aber in ausreichen- Maße Hinweise auf neuere Veröffentlichungen in der hliteratur. Eine etwas eingehendere Behandlung des einmal eingeführten ω-Verfahrens für Knickstäbe er- eint vielleicht ratsam. Beim VI. Abschnitt (Statisch be- mte ebene Fachwerke) wird abschließend der durch ge- hte Gelenkeinschaltungen statisch bestimmt gemachte stenträger kurz behandelt. Auch die Abhandlungen über mliche Fachwerke und statisch unbestimmte Tragwerke schnitte VII und VIII) zeigen mancherlei nützliche Er- zungen. Allenthalben haben in erster Linie die Theorien Müller-Breslau Berücksichtigung gefunden. Im IX. Ab- nitt (Mauerwerk) sind die Berechnungen von Tonnen- ölben und Stützmauern zweckmäßig gestrichen worden. X. Abschnitt (Technische Aufgaben) erscheinen die aus- rlichen Klarlegungen bezüglich der Nietverbindungen onders beachtenswert. Die „Praktischen Angaben" sind ckentsprechend ergänzt und durch eine kurze Abhand- g über Ausführung und Berechnung von Brückenkranen eitert worden. Den Beschluß der Neuauflage bildet ein itel über ein verhältnismäßig schnell zum Ziele füh- des Entwurfverfahren für Rahmen- und Bogendächer.

Das Werk bietet in seiner Neuauflage einen reichhal- n, mit großer Gewissenhaftigkeit neubearbeiteten Stoff, jedem Fachmann von ganz besonderem Nutzen sein wird. ch reichliche Verwendung von Kleindruck konnte das dliche Ausmaß gewahrt bleiben. Das von dem Verlag ausgestattete Buch wird allen denen, die sich theoretisch praktisch mit dem Eisenbau zu befassen haben, nach vor ein guter Ratgeber sein. [E 541] C. Kersten

z im Hochbau. Von Hugo Bronneck. Wien 1927, ulius Springer. 388 S. m. 415 Abb. Preis 22,50 *M*.

Die in diesem Buch vertretene, wohl begründete und ste Warnung zur Vorsicht und Gewissenhaftigkeit bei Errichtung von Holzbauwerken und die leider oft zu ig beachtete, hier aber noch einmal sehr eindringlich auch als notwendig erkennbar ausgesprochene Er- nung, bei der Durchführung die angeführten, mit großer hkenntnis gesammelten Erfahrungen zu beachten, stellen ein Vertrauensverhältnis dar zwischen dem Verfasser dem Leser. Dieser erhält durch das Buch eine will- mene Sicherheit für seine Entwürfe, Berechnungen und führungen. Das Buch belehrt und gibt Auskunft, und r von den einfachsten Anfängen des Zimmerhandwerkes zu den neuesten gewaltigen Konstruktionen, die man er mit Holz nicht auszuführen wagte. Über den Bau- f, über seinen Einkauf, über seine Behandlung und ge, über seine richtige Verwendung, selbst über Nach- gebiete, wie über die notwendigen Hilfskonstruktionen Eisen für die Verbände und Knotenpunkte sind aus- rliche Angaben gemacht. Dort, wo eine Anlehnung ge- ht wird zu Nachbargebieten, ist eine kleine, aber ge- ickte Auswahl von Literatur beigefügt.
E 370] Karl Stodieck

Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. Von Carl ndreae. Berlin 1926, Julius Springer. 151 S. m. 3 Abb. Preis 13,20 *M*.

Wie im Vorwort des Werkchens betont ist, dienen ihm Grundlage Vorlesungen über Eisenbahn- und Tunnel- an der Technischen Hochschule in Zürich. Selbst Leiter n Bau des Simplontunnels, will der Verfasser dort und andern Tunnelbauten gemachte Erfahrungen dem In- ieur-Nachwuchs erhalten.

Das Buch ist daher nicht etwa ein Lehrbuch des nelbaues. Es will vielmehr nur ein solches ergänzen. tzdem enthält es zum besseren Verständnis manches, aus früheren ausführlichen Arbeiten über lange Ge- stunnel schon bekannt und was teilweise nur noch von orischem Interesse ist, namentlich in den ersten Abschnitten über mechanische Bohrung und Förderung. Und doch wird der mit dem Fachgebiet Vertraute auch dies gern lesen, weil manche andre Gesichtspunkte, eigene Gedanken, Darstellungen und Mitteilungen von Erfahrungen des Verfassers immer wieder fesseln.

Das einschlägige Schrifttum, auch solche Arbeiten, die bis dahin weniger erwähnt und beachtet worden waren, sind mit behandelt und zum Teil kritisch beleuchtet.

Sehr beachtenswert für den Bau langer und tiefliegender Gebirgstunnel sind besonders in den Abschnitten 4 bis 6, Seite 59 bis 110, die wissenschaftlich auf hoher Stufe stehenden Ausführungen über die geologischen Verhältnisse, Druck, Wärme und Wasser im Gebirge, über Lüftung und Kühlung. Sie dürften den Kern und den wertvollsten Bestandteil des Buches bilden.

Der planende oder ausführende Ingenieur wird aber auch in den letzten Abschnitten über Bau- und Betriebsweise, sanitäre Maßnahmen, Organisation und Kosten manchen willkommenen Hinweis und Anhalt finden.
[E 2678] D. Randzio

Wasserkraftjahrbuch 1925/26. Von K. Dantscher und Carl Reindl. München 1926, Richard Pflaum. 386 S. m. zahlr. Abb. Preis 16 *M*.

Dieser 2. Jahrgang behandelt im ersten Abschnitt die Entwicklung der Wasserkraftausnutzung, im zweiten die Verwertung der Wasserkräfteenergie, zunächst im Großverbrauch der wirtschaftlich so wichtigen Elektrochemie. Es folgen Abhandlungen über Wasserkraft und Aluminium, den Belastungsausgleich in großen alpinen Wasserkraftnetzen und Untersuchungen über die Wasserkraft-Speicherung von Dampfkraftenergie. In dem Abschnitt „Ausbau der Wasserkräfte" werden u. a. Vorarbeiten für Wasserkraftausnutzung, und insbesondre die Gefällausbeute, behandelt. Die Aufsätze über die Bemessung von Wasserschlössern und ein praktisches Beispiel zur Berechnung eines Stauschwalles in einem Obergraben bei vorhandener Heberentlastung, ferner die Wassermessung bei Wasserkraftanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Überfallmessung sind beachtenswert. Den Wasserkraftmaschinen, besonders den Kaplanturbinen, ist ein größerer Raum gegeben. Wertvoll sind die im Anhang zusammengestellten einheitlichen Bezeichnungen und Formelzeichen in der Hydraulik. [E 520] J. Hasse

Technik und Praxis der Papierfabrikation, 2. Bd.: Die Fabrikation des Zellstoffes aus Holz. 2. T.: Natronzellstoff. Von Erik Hägglund. Berlin 1926, Otto Elsner. 359 S. m. zahlr. Abb. Preis 30 *M*.

Hägglund hat sich für die Abfassung dieses Werkes die Mitarbeit mehrerer in der Praxis fortschrittlicher technischer Arbeit stehender Ingenieure gesichert, so daß das Buch, für dessen chemischen Teil ja der Name des Autors bürgt, auch nach der technischen Seite besonderen Wert und große Lebendigkeit gewinnt. Das Verfahren, Holzstücke mit Natronlauge zu kochen, scheint ja an sich recht einfach zu sein. Aber es birgt eine Fülle von chemischen Aufgaben, da die Aufschließungsreaktion von den Veränderlichen: Laugenkonzentration, Kochzeit, Kochtemperatur und nicht zuletzt Holzart, abhängt und damit noch wichtige Nebenreaktionen einhergehen, die auf Ausbeute und Verwertbarkeit des Zellstoffs einwirken. An der Spitze der technischen Aufgaben aber steht die Notwendigkeit höchster Wirtschaftlichkeit der Verfahren.

Nach einer geschichtlichen Einleitung werden Anatomie und Chemie des Holzes recht ausführlich behandelt. Das folgende Kapitel geht mitten in die Beschreibung der Lagerung, Zerkleinerung und Sortierung des Holzes. Die Chemie der Kochung wird danach zwar anscheinend ausführlicher als ihre Technik behandelt; aber die späteren Abschnitte über Wärmetechnik und Wärmewirtschaft enthalten ja sehr vieles, was mit dazu gehört. Die sehr wichtige Aufarbeitung der vom Zellstoff getrennten Schwarzlauge wird nach der Beschreibung der verschiedenen Verfahren für diese Trennung eingehend behandelt, kürzer sodann die Verarbeitung des Zellstoffs und die Gewinnung der Nebenerzeugnisse. Die Abschnitte über die chemische Betriebsüberwachung und vor allem über die Wärmetechnik bringen aus erster Hand die neuen Untersuchungsergebnisse aus dem Betrieb und ihre anschauliche Erörterung.

Im einzelnen werden besonders die technischen Verhältnisse in Schweden und in Amerika berücksichtigt.

Deutschlands Erzeugung an Natronzellstoff ist eben sehr gering, sie beträgt nicht ganz ein Zehntel derjenigen von Schweden. [E 516]

Genf E. Färber

Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze und Kohlen. Von Bruno Dammer und Oskar Tietze. 2. Aufl. von Bruno Dammer. 1. Bd.: 554 S. m. 66 Abb. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. Preis 35,40 ℳ.

Da sich die in dem Buche stark berücksichtigten wirtschaftlichen Verhältnisse vollständig gewandelt haben, war die erste 1913 erschienene Auflage des von der Fachkritik beifällig aufgenommenen Buches in manchen Teilen veraltet. In der Neuauflage ist das Schrifttum nach Möglichkeit bis zum Frühjahr 1926 verarbeitet worden. Wenn es naturgemäß auch schwierig ist, gerade die wirtschaftlichen Angaben schon vollständig vorzulegen, so sieht man doch an allen Absätzen die bessernde Hand des Herausgebers und seiner Mitarbeiter. Die Angaben über Gewinnung usw. sind auf die Jahre nach 1920 beschränkt, das Jahr 1913 wurde aber noch zum Vergleich herangezogen. (Für ältere Angaben muß also die erste Auflage benutzt werden.) Aber nicht nur wirtschaftliche Fragen waren Veranlassung zur Besserung, sondern eine Durchsicht überzeugt, daß die Bearbeiter bemüht gewesen sind, in allen Teilen das Neueste noch zu verarbeiten.

Erfreulicherweise sind die Literaturangaben ganz wesentlich vermehrt worden, so daß das Werk stark gewonnen hat. Der vergrößerte Umfang ist zum Teil darauf zurückzuführen, doch sind auch einige Mineralgruppen neu aufgenommen worden, wie z. B. Arsen- und Kobaltmineralien und sämtliche Kali- und Magnesiasalze. 42 Mineralgruppen werden besprochen, darunter Diamant, Graphit, Quarz, Bauxit, Steinsalz, Kali-Magnesiasalze, Flußspat, Kalkspat, Magnesit, Radiumerze. Bei jeder Gruppe ist die bewährte Einteilung beibehalten worden: Vorkommen und Zusammensetzung, Gewinnung, Verwendung, Bewertung, Wirtschaftliches. [E 490] Harrassowitz

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Postbetriebsmechanik.** Von Hans Schwaighofer. 1. u. 2. Bd. 1. Bd.: 428 S. m. 181 Abb. 2. Bd.: 438 S. m. 275 Abb. Wittenberg 1927, A. Ziemsen. Preis zus. 25 ℳ.

Die Entwicklung der Großstädte führt zu einer gewaltigen Anhäufung des Postverkehrs an einzelnen Punkten. Die hierbei auftretenden Förderaufgaben unterscheiden sich aber von denen der „Massenförderung" im üblichen Sinn insofern, als die einzelnen Sendungen nicht nur nach Größe und Art verschieden sind, sondern auch nach ihrer Bestimmung dem Einzelfall entsprechend behandelt werden müssen. Dies rechtfertigt es, wenn der Verfasser von einer „Postfördertechnik" spricht. Man hat zum Teil die bekannten Fördermittel dem Zweck anpassen, zum Teil aber auch ganz neue Förder- und Verteilanlagen erfinden müssen, wie die Paketverteilturbine im Paketzustellungsamt am Marsfeld in München.

Das Schwaighofersche Buch gibt eine Fülle von wertvollem Stoff und reiche Anregungen für den Fachmann. Wenn auch die Anforderungen des Postbetriebes sich kaum an andrer Stelle wiederholen, so wird doch oft eine hier gefundene Lösung ein unerwartetes Licht auf solche Aufgaben werfen, die in ganz neuem Zusammenhange gestellt sind. Das Werk enthält neben allgeme[…] Grundlagen für den Entwurf von Postförderanlagen […] für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit eine au[…]dehnte Sammlung wichtiger Beispiele aus dem In- […] Ausland. Es stellt eine äußerst wertvolle Bereicher[…] der Literatur über Förderanlagen dar, die jedem F[…]genossen zum Studium empfohlen werden kann.

[E 512] G. v. Hanffsteng[…]

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie […] **Praxis.** Von Clarence Feldmann. 4. Aufl. Be[…] 1927, Julius Springer. 554 S. m. 485 Abb. Preis 38[…]

Aufgaben aus der Elektrotechnik. Von Rob. Mayer. 2[…] Wechselstromtechnik. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1[…] Franz Deuticke. 207 S. m. 116 Abb. Preis 7 ℳ.

Berechnung vielfach statisch unbestimmter biegefester […] **und Flächentragwerke.** 1. T.: Dreigliedrige Syst[…] Von Peter Pasternak. Zürich und Leipzig 1[…] Gebr. Leemann & Co. 273 S. m. 77 Abb. u. 3 Taf. […] 13 ℳ.

Sammlung Göschen, 611. Bd.: **Experimentalphysik.** […] Robert Lang. 1. T.: Mechanik der festen, flüssigen […] gasigen Körper. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1926, […]ter de Gruyter & Co. 146 S. m. 125 Abb. Preis 1,5[…]

Handbuch der Mineralchemie. Herausgeg. von C. Dol[…]ter und H. Leitmeier. 4. Bd. 9. T.: S. 321 bis 8[…] m. vielen Abb. Leipzig 1926, Theodor Steinkopff. […] 8 ℳ.

Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern. 3[…] 36. Zusammenstellung der Betriebsergebnisse von Wa[…]werken. Betriebsjahre 1923/24/25. München 1927, R[…]denbourg. 169 S. Preis 20 ℳ.

Die Entwicklung der Unkostensätze und Nebenbetr[…] unkosten in Maschinenfabriken und verwandten Betri[…] Von K. Seyderhelm. Berlin-Charlottenburg 1[…] Verein Deutscher Maschinenbauanstalten. 16 S. m. 13 […] Preis 5,50 ℳ, für Mitglieder 2,75 ℳ. (Vergl. S. 1018 di[…] Heftes.)

Ergänzungsbände zur Zeitschrift für betriebswirtschaft[…] Forschung, 11. Bd.: **Das deutsche betriebswirtschaft[…] Schrifttum über die Maschinenindustrie.** Von W. M[…] Leipzig 1927, G. A. Gloeckner. 149 S. Preis 9 ℳ.

Die deutsche Wirtschaft und ihre Führer. 10. Bd.: […] **deutsche Braunkohlenbergbau.** Von W. Oellerich […] G. Czempin. Gotha 1927, Flamberg-Verlag. 1[…] Preis 6 ℳ.

Wanderungen durch die mittelrheinische Industrie, 2. […] Ein Gang durch das Gaswerk Mainz. Von P. Sta[…] 2. Aufl. Mainz 1927, Georg Aug. Walter. 103 S[…] 129 Abb. Preis 2 ℳ.

25 Jahre VEI. Ein Rückblick auf die fünfundzwanzigjä[…] Tätigkeit des Verbandes deutscher Elektro-Installat[…] Firmen E. V. 1902 bis 1927. Herausgeg. von H. Buhwald. Frankfurt a. M. 1927, Selbstverlag. 152 S[…] Abb. Preis 6,50 ℳ.

Patentní Pravo v Československé Republice. Von Lu[…] Spirk. Praha 1927, Václav Petr. 526 S. Preis 6[…]

Zur Vierteljahrhundertfeier des Vereins für Wasser-, B[…] und Lufthygiene. Berlin-Dahlem 1927, Selbstverlag[…] Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthyg[…] Preis 4,50 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
BD. 71 SONNABEND, 23. JULI 1927 NR. 30

Der Mississippi und seine Hochwasser [1)]

Von Oberregierungs- und Baurat R. Seifert, Berlin

Der Abflußvorgang im Stromgebiet des Mississippi, die Entstehung und der Verlauf der Hochfluten und ihre Wirkungen

Durch ein Hochwasser von ganz ungewöhnlichen Ausmaßen und verheerendsten Wirkungen hat der Mississippi im Frühjahr 1927 die Aufmerksamkeit d. Welt auf sich gelenkt. Noch fehlen in Deutschland z. erlässige Angaben[1a]) über die Einzelheiten der Ur-s hen dieser Flut, über Regen- und Schneeverhältnisse d. vorhergegangenen Zeit, über die Pegelstände der N. enströme und des Hauptstromes und das Zusammen-t ffen ihrer Flutscheitel sowie über die zahlreichen I mmbrüche und die Dammdurchstiche zur Entlastung d. Stromes. Soviel aber geht aus den Meldungen her-v, daß es sich um ein außerordentliches Ereignis in d. von Überschwemmungen oft betroffenen Strom-g. iet handelt.

Aus den Angaben früherer großer Hochwasser läßt s. ein Bild über das diesjährige gewinnen. Eine er-s. öpfende Darstellung ist in diesem Rahmen nicht mög-li.

Gewässernetz und Abflußvorgang

Das Stromgebiet des Mississippi ist mit rd. 3,22 Mill. km² e. es der größten der Erde, Abb. 1. Es liegt mit A. snahme eines kleinen, zu Kanada gehörigen Zipfels im äußersten Nordwesten ganz in den Vereinigten Staaten von Amerika und nimmt 41 vH ihres Flächeninhalts ein (ohne Alaska und die Inseln)[2]).

Wirtschaftlich ist es von der allergrößten Bedeutung, sowohl landwirtschaftlich wegen des Weizen-, Mais-, Baumwoll- und Zuckerrohranbaues, der Viehzucht und der Wälder, wie auch bergbaulich (Kohle, Petroleum, Eisen und Kupfer) und gewerblich auf allen Gebieten. Daneben finden sich im Osten und Norden aber auch sehr dünn besiedelte Prärien, wüstenhafte Gebiete und Hochgebirge. Es reicht vom 50. bis 29. Breitengrad, was etwa der Lage von Brüssel und Kairo (Ägypten) entspricht.

Im Osten ist das Einzugsgebiet durch das Alleghanygebirge mit 900 bis 2000 m Höhe begrenzt, im Westen durch die östlichen Ketten des Felsengebirges, deren Gipfel bis auf 4400 m ansteigen. Nach Norden ist die Wasserscheide wenig ausgeprägt; bei Chikago werden sogar künstlich etwa 200 m³/s aus dem Michigansee in den Illinois zum Mississippi abgeleitet. Ebenso ist die Wasserscheide gegen die südlichen Nachbarflüsse im Tiefland niedrig. Der Hauptteil des Gebietes ist nach dem Mittelbecken sanft abgeböscht und sehr flach; die Ströme haben daher außerordentlich geringes Gefälle, nachdem

[1)] Nach amtlichen Veröffentlichungen des U. S. Department of A. iculture, Weather Bureau, des U. S. Department of the Interior, G. logical Survey, und des Chief of Engineers.
[1a)] Einige Angaben sind auf S. 1043 nachgetragen.

[2)] Das Gebiet des Rheines einschließlich der Maas umfaßt 0,224 Mill. km², also nur 7 vH davon, Abb. 1.

Abb. 1. Gliederung des Stromgebietes des Mississippi. Zum Vergleich ist das Stromgebiet des Rheines im gleichen Maßstab eingezeichnet.

sie die Cañons und Stromschnellen der Oberläufe überwunden haben. Die Mündung schiebt sich fingerförmig in den Golf von Mexiko um jährlich etwa 80 m vor, die zahlreichen Arme heißen Pässe.

Abb. 1 zeigt die Gliederung des Stromgebietes, Zahlentafel 1 die Flächeninhalte und Lauflängen.

Zahlentafel 1

	Gewässernetz		
	Einzugsgebiet km²	vH	Lauflänge km
Oberer Mississippi, Itaskasee bis St. Louis	446 000	14	2 140
Missouri, Vereinigung der drei Quellflüsse bis St. Louis	1 374 000	43	4 450
Ohio, von Pittsburg bis Cairo	530 000	16	1 560
Arkansas	456 000	14	2 400
Red River	234 000	7	1 900
Unterer Mississippi, St. Louis bis Mündung	182 000	6	2 030
Zusammen	3 222 000	100	

Man unterscheidet sechs Hauptgebiete, die von sehr verschiedener Natur, Größe und Bedeutung sind.

Der obere Mississippi, der dem ganzen Stromsystem den Namen gegeben hat, ist weder nach Lauflänge, noch nach Wasserreichtum der Hauptfluß. Aber er hält die Haupttalrichtung von Norden nach Süden durchaus inne. Der Mississippi (d. h. großes Wasser) entspringt in etwa 500 m Seehöhe, sein Quellauf bis zum Itaskasee ist 720 km lang, von da bis zur Mündung beträgt die Lauflänge rd. 4170 km, davon sind 3600 km schiffbar. Die Niedrigwassertiefe in der Stromrinne wächst von 4,6 m bei 110 m Niedrigwasserbreite bei St. Paul auf 5,5 m bei 1500 m Breite unterhalb der Ohio-Mündung und 28,5 m bei 670 m Breite in der Gegend von New-Orleans 174 km oberhalb der Mündung an. Die Tiefen sind jedoch nicht etwa durchgängig vorhanden, und die Sandbänke in der Stromrinne liegen bei Niedrigwasser oft nur 1,1 m unter Wasser. Die Regulierungsentwürfe des Mississippi und der Nebenflüsse rechnen nur mit rd. 3 m Fahrtiefe bis Chikago und beim Ohio bis Pittsburg aufwärts.

Das Gefälle des Mississippi zwischen St. Paul und St. Louis beträgt nur 83 mm/km. Die mittlere Niederschlaghöhe des oberen Mississippigebietes beträgt 700 mm im Jahre, im nördlichen Teil steigt sie bis auf 870 mm, im südlichen bis auf 1020 mm. Die Hochwassermenge bei Rock Island, 520 km oberhalb St. Louis, beträgt bei 241 000 km² Einzugsgebiet 7200 m³/s, die Niedrigwassermenge 600 m³/s[3]). Bei St. Louis beträgt die mittlere jährliche Abflußmenge des ganzen oberen Mississippibeckens 3540 m³/s, entsprechend 8 l/s km².

Der rauhe Festlandwinter im Nordteil bringt eine Eisdecke von 30 bis 60 cm Dicke und 3 bis 4 Monate Schneefall. Der Eisgang spielt jedoch in der Regel keine Rolle beim Hochwasser. Im Südteil des oberen Mississippi ist der Winter milder.

Der Missouri (d. h. Schlammfluß) ist nach seiner Lauflänge und Gebietgröße der Hauptstrom. Von der Vereinigung seiner drei Quellflüsse im Felsengebirge bis zur Mündung in den Mississippi bei St. Louis ist er 4450 km lang, bis zum Golf von Mexiko rd. 6480 km. 4600 km sind schiffbar. Seine Hauptzuflüsse empfängt der Missouri aus dem Felsengebirge, das im Winter große Schneemassen trägt, sonst aber arm an Niederschlägen ist. Sein Oberlauf hat die Eigenart eines Hochgebirgsflusses mit Niedrigwasser im Winter und Hochwasser im Mai und Juni. Die mittlere jährliche Abflußmenge des Missouri beträgt etwa 3000 m³/s oder 2,2 l/s km², also sehr wenig.

Das Niederschlagsgebiet der beiden Ströme bis St. Louis beträgt 1,825 Mill. km² oder 57 vH des gesamten Mississippi-Beckens. Bei Hochwasser führt der Fluß bis 32 000 m³/s, bei Niedrigwasser bis hinab zu 680 m³/s Wasser. Von St. Louis bis zur See hat der Fluß 2030 km Länge und 115 m oder 57 mm/km Fallhöhe bei Nie[drig]wasser.

Der bei weitem wasserreichste Nebenfluß des Mis[si]sippi ist der Ohio, der das sehr regnerische G[ebiet] zwischen der Bodenschwelle südlich des Erie-Sees [und] dem Alleghanygebirge entwässert. Er entsteht aus [der] Vereinigung der beiden schiffbaren Flüsse Alleg[heny] und Monongahela bei Pittsburg, von da bis zur Mün[dung] bei Cairo ist er 1560 km lang.

Die mittlere jährliche Abflußmenge des Ohio be[trägt] 8500 m³/s = 16 l/s km², die Hochwassermenge 42 500 [m³/s], die Niedrigwassermenge 1400 m³/s. Die Wassers[tands]höhe schwankt bei Cincinnati um nicht weniger [als] 22,6 m[4]). Es kommt ein Anstieg von 3,3 m in 12 h [oder] 6 m in 24 h vor oder ein Abfall um 8,5 m in zwei T[agen]. Die Wasserführung wechselt also äußerst schroff. [Die] mittlere Regenhöhe beträgt 1140 mm, und zwar im N[orden] 890 mm, im Süden 1780 mm.

Obgleich das Einzugsgebiet des Ohio nur ein D[rittel] von dem des vereinigten Mississippi und Missouri is[t], [ist] die Niedrig- und Mittelwasserführung des Ohio 1,3 ma[l], [die] größte Abflußmenge 1,5 mal so groß wie die des vere[inig]ten Mississippi und Missouri.

Der Tennessee ist wohl der ungebändigtst[e] Ohio-Zufluß, seine Wasserführung schwankt zwische[n] [..] und 18 300 m³/s bei 101 000 km² Einzugsgebiet, [sein] Wasserstand wechselt im Unterlauf um rd. 15 m[5]).

Das Gefälle des Ohio ist mit Ausnahme der S[trom]schnellen von Louisville sehr gleichmäßig und ge[ring], im Durchschnitt 83 mm/km. Die Mündung des Ohi[o bei] Cairo liegt nur 300 km unterhalb der des Missouri. [Hier] sind 2,343 Mill. km² oder 73 vH des Stromgebiets [des] Mississippi gesammelt, während die Lauflänge bis [zum] Meere noch 1730 km beträgt. Das Gewässernetz ist [als] ausgesprochen fächerförmig gestaltet, so daß dad[urch] wie auch durch das außerordentlich schwache Gefäll[e der] unterliegenden Strecke des Mississippi von 53 mm/km [die] Bildung sehr hoher langanhaltender Wasserstände [un]gemein begünstigt wird.

Die aus dem Felsengebirge entströmenden [rechts]seitigen großen Nebenflüsse des unteren Mississippi, [Ar]kansas und Red River, sind im Vergleich zum [Ohio] im allgemeinen zahmer und wasserarm. Bei einz[elnen] Hochwassern, so auch 1927, wirkt aber besonders d[er Ar]kansas kräftig mit. Im Quellgebiet, das bis 4400 m hi[nauf] reicht, fallen 500 bis 570 mm als Schnee, während di[e Ge]biete östlich davon 300 bis 900 mm Niederschlag em[pfan]gen. Die Hochwässer sind teils Schmelzfluten, teil[s auf] Wolkenbrüche zurückzuführen. Zu Zeiten ist das [Be]fast wasserleer, viele Nebenflüsse versiegen im So[mmer] gänzlich. Das Klima ist im unteren Gebiet subtropisc[h. Zu] Bewässerungszwecken waren 1912 im Gebiete des [Ar]kansas Speicherbecken mit 250 Mill. m³ Inhalt ang[elegt].

Sehr regenreich ist das Gebiet, das zum unte[ren] Mississippi unmittelbar entwässert. Schon die d[urch]schnittliche Regenhöhe im März beträgt 150 mm [in] Januar, Februar und März 380 mm, in Hochwasserj[ahren] steigt sie auf das doppelte. Unterhalb Cairo beträg[t die] Hochwassermenge 57 300 m³/s und die Niedrigw[asser]menge rd. 2000 m³/s. Für New-Orleans wurde 1927 [die] Zahl von 80 000 m³/s genannt. Der Hochwassersc[heitel] braucht von Cairo bis New-Orleans einen Monat. B[ei] dem äußerst geringen Gefälle von 32 mm/km bei Nie[drig]wasser, 44,5 mm/km bei Hochwasser auf der Streck[e von] Vicksburg bis Baton Rouge findet das Wasser nicht [aus]genug Abfluß. Unterhalb der Mündung des Red Rive[r auf] einer 470 km langen Strecke macht sich bei Niedrigw[asser] bereits der Tideeinfluß der See bemerkbar.

Der jährliche Gang der Wasserst[and]schwankung an einigen Hauptpegeln ist in Ab[b. ..] dargestellt. Der obere Mississippi (St. Paul) hat im [..] das höchste monatliche Mittelwasser, der Missouri (Kan[sas-City]) im Juni, einen Nebenscheitel im April, [..] Scheitel treten auch in St. Louis auf. Der Ohio (C[incin]nati) mit seinem Höchststand im März verlegt den Sc[heitel]

[3]) Der Rhein unterhalb der Moselmündung hat bei einem Einzugsgebiet von rd. der halben Größe etwas größere Abflußmengen.

[4]) Der Rhein bei Köln hat äußerstenfalls bei Eisstau 12,5 m [..] 9,5 m Pegelschwankung.

[5]) Der Rhein bei Caub führt bei gleichgroßem Einzugs[gebiet] 530 m³/s bis 8500 m³/s bei 8,50 m Wasserstandunterschied.

Zahlentafel 2
Niederschlaghöhen und Abflußmengen, die zum Hochwasser von 1922 führten[1])

Niederschlag-gebiet	Februar		März		April		Zusammen etwa	
	Niederschlag-höhe mm	Abflußmenge Mill. m³	Niederschlag-höhe mm	Abflußmenge Mill. m³	Niederschlag-höhe mm	Abflußmenge Mill. m³	Niederschlag-höhe mm	Abflußmenge Mill. m³
hio	17,80	11,7	44,40	29,4	31,79	20,9	93,99	62,0
berer Mississippi	6,86	4,4	12,94	8,2	18,30	11,5	38,10	24,1
nterer „	10,16	11,5	17,51	20,0	7,62	8,7	35,29	40,2
issouri	8,64	3,9	31,75	10,6	34,03	15,8	74,42	30,3
rkansas	8,64	3,7	25,90	11,1	23,37	100,0	57,96	24,8
ed River	10,67	4,9	19,30	8,2	17,52	8,2	47,49	21,3
n ganzen	62,77	40,1	151,80	87,5	132,63	75,1	347,20	202,7
bflußverhältnis	—	0,27	—	0,25	—	0,23	—	0,25

[1]) Die Niederschlagmassen der Teilgebiete sind aus Isohyeten ermittelt und sodann auf das wirksame Gesamtgebiet des Mississippi, Zahlentafel 5, als Niederschlaghöhen in mm umgerechnet; dies Verfahren ist in Deutschland nicht üblich. Hier wird der amerikanischen uelle gefolgt. Das Verhältnis von Abflußmasse zu Niederschlagmasse ist als unveränderlich in den Teilgebieten angenommen. Genaue Abfluß-essungen liegen nicht zugrunde.

n ganzen Stromlauf unterhalb Cairo auf den April. Der rkansas mit seinem Höchststand im Mai vermag den Abıll zum Mai hin nur etwas aufzuhalten.

Die niedrigsten Wasserstände treten im Arkansas be-eits im August, im Ohio im September, im unteren Mis-issippi im Oktober und November, im oberen im Dezember uf. Der untere Missouri hat im Januar Niedrigwasser.

Für das Hochwasserjahr 1922 sind die durchschnitt-chen Niederschlaghöhen und Abflußmassen der Teilge-iete des Mississippibeckens für die entscheidenden Hochwassermonate Februar, März und April in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Abb. 2
Mittlere monatliche Wasserstände der Jahresreihe 1913 bis 1924 (ohne das Jahr 1920)

In andern Hochwasserjahren sind die Niederschlagmassen und ihre Verteilung natürlich anders. Die durchschnittliche Niederschlaghöhe für 1922 des Gesamtgebiets betrug 349 mm, das entspricht einer Regenmasse von 1120 km³ in drei Monaten. Die Abflußmasse dieser Monate ist zu rd. 200×10^9 m³ oder durchschnittlich 26 400 m³/s, der Abflußbeiwert zu 0,25 geschätzt worden. Örtlich und zeitlich sind die Niederschläge noch größer. So sind am Red River bis 610 mm in drei Monaten, am unteren Missouri bis 175 mm in einer Woche beobachtet worden. In größeren Gebieten des Ohio sind bei andern Fluten Niederschläge von über 100 mm an einem Tage gemessen worden, vereinzelt 150 mm.

Inzwischen sind die amtlichen Wetter- und Wasserstandberichte bis Ende März 1927 in Deutschland eingetroffen; hiernach kann man sich bereits einen Überblick über die Anfänge des diesjährigen Frühjahrshochwassers machen.

Im Januar 1927 haben die Niederschläge im Gebiet des Ohio und Arkansas die durchschnittliche Höhe bis um 100 mm übertroffen, auf großen Flächen um 50 mm. Im Februar war der Überschuß minder groß, er erstreckte sich hauptsächlich auf das Felsengebirge und das Quellgebiet des Ohio, während das Tal des mittleren Mississippi Fehlbeträge bis zu 50 mm aufwies; bis weit in den Süden — Shreveport und Vicksburg — kamen Schneefälle vor; im Quellgebiet des Ohio fielen bis 75 cm Schnee. Ende Februar lag eine zusammenhängende Schneedecke im Bereich des Arkansas, Missouri, oberen Mississippi und oberen Ohio von rd. 5 cm mittlerer Höhe. Der März brachte wiederum recht bedeutende Niederschläge, die fast im ganzen Stromgebiet das gewöhnliche Maß beträchtlich übertrafen, am meisten am mittleren Mississippi, wo der Überschuß bis auf 150 mm stieg. Ein großer Teil der Niederschläge fiel als Schnee. Die Wärme übertraf die mittlere des März fast durchweg, am meisten im Nordteil, wo der Überschuß bis zu 4,5 °C stieg. Hierdurch wurde die Schneedecke weggewaschen. Ende März lagen nur noch im Felsengebirge, wo die Temperatur unter der mittleren zurückgeblieben war, Reste davon. Die Abflußmengen sind durch die Schneeschmelze sicher beträchtlich vermehrt worden. Entsprechend der Zugrichtung der Tiefdruckgebiete, die vielfach dem weiter unten erwähnten „Südwest-Typ" angehörten, herrschten im März im ganzen Gebiet Winde aus südlichen Richtungen vor. Der Januar brachte in verschiedenen Gebieten bereits Hochwasser. Die Wasserstände im Februar überschritten die Gefahrlinie an einer Reihe von Pegeln. Im März verbreitete sich die Flut weithin, der sonst so gefährliche Ohio blieb mäßig erregt. Der mittlere und der untere Mississippi stiegen stetig an. Die entscheidende Wendung zum verheerenden Hochwasser ist erst im April eingetreten.

Wetterlage

Die Hochwasser werden durch folgende Wetterlage hervorgerufen: Stürme vom „Südwest-Typ" brechen von der Nordküste des Stillen Ozeans über das Zentralplateau und das Felsengebirge in Texas ein. Die Sturmbahn

Zahlentafel 3
Anzahl der Hochwasser mit Überschreitung der Gefahrgrenze und der schweren Hochfluten ()

Pegelstelle	Strom	1871 / 1880	1881 / 1890	1891 / 1900	1901 / 1910	1911 / 1922[1]	Summe	Mittlere Zeiträun zwischen zwei Flu Jahre
Cincinnati	Ohio	4 (1)	7 (6)	7 (5)	9 (5)	12 (7)	39 (24)	1,33 (2,17)
Johnsonville (Tenn.) . . .	Tennessee	—	7 (5)[2]	6 (4)	3 (1)	10 (6)	26 (16)	1,65 (2,69)[3]
Nashville (Tenn.)	Cumberland	4 (1)	7 (5)	6 (2)	3 (1)	12 (7)	32 (16)	1,62 (3,25)
Kansas-City (Mo.)	Missouri	1 (0)	2 (0)	5 (0)	7 (3)	8 (2)	23 (5)	2,26 (10,4)
St. Louis (Mo.)	Mississippi	1 (0)	3 (1)	3 (1)	6 (3)	6 (0)	19 (5)	2,74 (10,4)
Memphis (Tenn.)	„	5 (0)	8 (0)	6 (0)	9 (4)	10 (6)	38 (10)	1,37 (5,20)
Vicksburg (Miss.)	„	7 (1)	10 (3)	7 (5)	7 (2)	9 (6)	40 (17)	1,30 (3,06)
New-Orleans (La.).	„	7 (1)	10 (1)	9 (3)	6 (3)	7 (5)	39 (13)	1,33 (4,0)
Little Rock (Ark.)	Arkansas	12 (4)	9 (2)	6 (2)	6 (1)	4 (0)	37 (9)	1,41 (5,78)
Alexandria (La.)	Red River	—	—	2 (0)	3 (1)	5 (0)	10 (1)	3,80 (38,0)[4]

[1]) 12 Jahre [2]) einschließlich 1880 [3]) 43 Jahre [4]) 38 Jahre.

bewegt sich dann in nordöstlicher Richtung, zumeist längs des Ohiotales rasch vorwärts, das Hochdruckgebiet liegt auf der Nordseite. Es wird also warme feuchte Luft vom Golf angesaugt. Diese Stürme treten am häufigsten vom Januar bis April auf und haben schwere Regenfälle im Gebiet des unteren Mississippi und des Ohio im Gefolge.

Schon gewöhnliche Regenfälle genügen im Winter, um Hochwasser im unteren Mississippi hervorzurufen, so daß außerordentliche Niederschläge Überschwemmungsgefahr in diesem Gebiete verursachen, ehe noch das Hochwasser des Ohio eintrifft.

Der Ohio und seine Nebenflüsse, hauptsächlich die südlichen, sind unruhige und schnellfließende Ströme, die rasch anschwellen. Die Regenhöhen in den Alleghanys sind besonders groß. Infolgedessen muß ein vom Ohio kommendes Hochwasser, das auf den bereits hochgehenden Mississippi trifft, in diesem schwere Fluten erzeugen. Der Ohio und der untere Mississippi allein können ein großes Hochwasser hervorbringen, ohne daß der obere Mississippi und seine westlichen Nebenflüsse mitwirken. Tatsächlich haben die letztgenannten gewöhnlich nur mittlere Wasserführung, wenn der Ohio und der untere Mississippi ihr Hochwasser bringen.

Mit zunehmender Größe des Niederschlagsgebietes sinkt die Wahrscheinlichkeit gleichzeitiger Überregnung. Ein Zusammentreffen der Hochwasser aller Nebenflüsse ist noch nie beobachtet worden, unmöglich ist es jedoch nicht. Was dann geschieht, ist nicht auszudenken. Bei der letzten großen Flut von 1922 scheint das Zusammentreffen dem Höchstfalle näher als je vorher gekommen zu sein. Der Missouri unterhalb Kansas-City, der obere Mississippi, der Illinois, der Unterlauf des Ohio, Arkansas und Red River hatten fast zu gleicher Zeit Hochwasser. Zum Glück fiel damals der obere Ohio mit Cumberland und Tennessee aus.

Die zeitliche Verteilung der Niederschläge ist von gleicher Bedeutung wie ihre Höhe. Es kommen in reißenden Flüssen Hochwasser nach eintägigem schwerem Regen vor, während am unteren Mississippi zwei bis drei Monate Dauerregen dazu gehören.

Häufigkeit und Dauer der Hochwasser

Die Häufigkeit der Hochwasser weist merkliche Schwankungen in den einzelnen Zeitabschnitten auf. Als Grenze des Hochwassers ist dabei für jeden Pegel ein gefahrdrohender Wasserstand (flood stage) festgesetzt, der etwas über dem bordvollen Strom liegt. Man unterscheidet drei Stufen der Hochfluten: Kleine, die diese Grenze um nicht mehr als einen Fuß überschreiten, schwere von zwei bis drei Fuß und schwerste (Katastrophenhochwasser). Der Begriff des „mittleren Hochwassers" im Sinne unserer Gewässerkunde ist anscheinend nicht bekannt. Die Zahlentafel 3 bringt die Gesamtzahl der Wasserstände über der Gefahrgrenze und der schwersten Hochwasser (letztere Anzahl in Klammern) an einigen Hauptpegeln.

Man sieht, daß die Grenzhöhe der gefährlichen Hochwasser ziemlich verschieden liegt, je nach Uferhöhe. Die Häufigkeit der gewöhnlichen Fluten hat seit 1871/80 nicht wesentlich zugenommen, wohl aber ist die Zahl der schweren Fluten, also die Höhe des Wasserstandes, gewachsen.

Die Hochwässer treten in ziemlich regelmäßigen Zwischenräumen auf. Besonders starke Hochwasserjahre waren 1882, 1897, 1903, 1907, 1912, 1913, 1916, 1920 und 1922. Außerordentlich groß ist auch die Dau der gefährlichen Hochwasserstände, wie Zahlentafel zeigt. Sie steigt bis 81 Tage bei Melville im Atchafala.

Steigerung der Hochfluten

Von größter Bedeutung ist, genau wie in Deutschla die Frage, ob die Hochwassergefahr im Laufe der Ja gewachsen ist. Abb. 3 läßt dies unbedingt bejahen. W rend sich in älterer Zeit die Hochwasser von Cairo abwe

Abb. 3
Änderung der Scheitelstände des unteren Mississippi oberhalb der Gefahrengrenze im Laufe der Jahre

Zahlentafel 4

Dauer der Hochwasserstände über der Gefahrgrenze in Tagen

egelstelle und Gefahrgrenze m		Strom	1882	1883	1893	1900	1903	1907	1912	1913	1916	1920	1922
. Louis	9,15	Mississippi	9	17	5	5	16	0	7 2	0	3	0	14
airo	13,72	„	24	21	18	48	20	15[1]) 8	32[1]) 14	20[1]) 27	42	30[1]) 14	53
emphis	10,50	„	6	—	10	44	23	16[1]) 7	56	25[1]) 30	49	48	56
icksburg	13,72	„	39	—	45	70	59	32[1]) 7	61	25[1]) 38	60	71	64
ew-Orleans	5,49	„	—	—	—	52	62	32[1]) 7	60	10[1]) 38	52	69	63
incinnati	15,25	Ohio	9	?	?	7	8	?	12	23	9	?	5
ohnville	9,45	Tennessee	32	0	10	28	9	0	12[1]) 4	9	7	14	15
ashville	12,20	Cumberland	23	6	3	11	1	0	10[1]) 6	12[1]) 9	7	8[1]) 6	18
ine Bluff	7,62	Arkansas	14	16	15	0	0	22	5[1]) 5	0	9	0	4
lexandria	10,98	Red River	—	—	—	—	7	0	0	0	8	9	12

[1]) Zwei Fluten über Gefahrgrenze. ? Angabe fehlt.

Zahlentafel 5[1])

Regenhöhen von sieben Fluten, umgerechnet auf die wirksamen Flächen des gesamten Einzugsgebietes

Einzugsgebiet und zugrunde gelegte Fläche	km²	Gebietsanteil für die Berechnung vH	Regenhöhen in mm 1882	1903	1912	1913	1916	1920	1922
hio	528 000	24	124,4	86,3	99,0	109,1	71,1	63,5	94,0
berer Mississippi	384 000	17	38,1	22,9	35,6	35,6	27,9	25,4	38,1
nterer „	156 000	7	45,7	35,6	38,1	35,6	25,4	25,4	35,3
issouri	532 000	24	33,0	25,4	53,3	35,6	35,6	35,6	74,4
rkansas	375 000	17	48,2	35,6	50,8	35,6	33,0	27,9	58,0
ed River	231 000	11	40,6	38,1	35,6	27,9	22,9	25,4	47,5
ısammen	2 206 000	100	330,0	243,9	312,4	279,4	215,9	203,2	347,3

[1]) Das wirksame Einzugsgebiet des Mississippi enthält die obersten Gebiete des Arkansas, Missouri und Mississippi nicht, weil diese zu n Hochfluten kaum beitragen; im übrigen vergl. die Anmerkung zu Zahlentafel 2.

also nach Aufnahme des Ohio — mehr oder weniger rliefen und die Gefahrgrenze wenig oder gar nicht überhritten, laufen sie in jüngerer Zeit nach unten zu immer ıher auf. Ähnliches zeigt sich am Rhein auch. Die ußsohle hat sich nicht erhöht, wie durch Abflußmessunn und Querschnittaufnahmen nachgewiesen ist. Die berregnung des Gebiets ist an dieser Steigerung ebenlls nicht schuld. Das geht aus der Zahlentafel 5 hervor, Verteilung und Gesamthöhe der Niederschläge für ıige Fluten wiedergibt.

Danach war z. B. der Niederschlag 1922 nicht wesenth größer als 1912 und 1882, die Wirkung im Unterlauf er viel erheblicher. Die Herkunft der Wassermassen d ihr Zusammentreffen darf allerdings nicht außer acht ıiben.

Die Hauptursache des Anstiegs der Hochwasser muß ın in der Eindeichung suchen. 1882 war das Deichsystem, s den Mississippi von Cairo abwärts begleitet, noch in nen Anfängen; heute ist ein geschlossenes Hochwassertt bis zur Mündung vorhanden. Unter Berücksichtigung r entlastenden Deichbrüche einerseits und der Staurkung des 1903 errichteten und 1920 bis 1922 wieder betigten Dammes der Missouri-Pacific-Bahn bei St. Louis wie des wechselnden Einflusses der großen Nebenflüsse t sich der Flutscheitel zwischen Cairo und Memphis t 1882 um 1,8 m gehoben. Stromab verläuft sich die bung allmählich; man nimmt an, daß 1 cm Hebung auf va 3 km verschwindet.

Die Größe des natürlichen Überschwemmungsgebietes r vor den großen Dammbauten rd. . . . . 77 000 km²;
97 wurden überschwemmt . . . . 35 000 „
03 . . . . 18 000 „
12 . . . . 46 000 „
22 . . . . 34 000 „

Gewaltig wie die Fluterscheinungen sind auch die Schäı der Hochwasser. Die von 1912 werden zu 330 Millionen Mark angegeben, 1913 zu 690 Millionen Mark, 1922 bei geringeren Deichbrüchen zu 72 Millionen Mark. 467 Menschen fielen 1913 der Flut zum Opfer, die durch die Überschwemmung obdachlos gewordenen zählen in die Hunderttausend.

Für die Hochflut von 1927 werden von Herbert Hoover, Staatssekretär für Handel der Vereinigten Staaten, der das Hilfswerk für das Überschwemmungsgebiet leitet, einige Zahlen der Öffentlichkeit übergeben, die hier angefügt werden mögen.

Das Überschwemmungsgebiet ist 90 000 km² groß, d. h. größer als das frühere natürliche Überschwemmungsgebiet.

600 000 Menschen sind von ihren Heimstätten vertrieben, 750 000 von der Überschwemmung berührt; New Orleans mit 600 000 Einwohnern wurde durch die Sprengung der Deiche unterhalb der Stadt vor der Überschwemmung bewahrt. Der Schaden wird auf 800 bis 1600 Mill. ℳ geschätzt.

Hochwasserwarnung

Der Hochwasserwarnungsdienst und die Hochwasservorhersage sind unter diesen Umständen von der allergrößten Bedeutung, und die in Sicherheit gebrachten Werte sind außerordentlich hoch. In vielen Fällen sind sie auf mehr als die Hälfte der verlorenen Werte berechnet worden. Infolge des großen zeitlichen Vorsprungs von einer bis vier Wochen von Cairo abwärts, den die ersten Warnungen vor dem Eintreffen der Flut haben, wird das gefährdete Land zuweilen gar nicht erst bestellt; jedenfalls können Maßregeln zur Verteidigung getroffen werden. Die Vorhersagen werden immer unter dem Vorbehalt gegeben: „wenn die Dämme nicht brechen" und „wenn keine ungewöhnlichen Regenfälle eintreten". Die Genauigkeit der Vorhersage ist recht befriedigend und die Bevölkerung der gefährdeten Gebiete hat ihre anfängliche ablehnende Haltung aufgegeben. [B 573]

Der gegenwärtige Stand des Diesellokomotivbaues

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Lomonossoff, Kiew

(Aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin)

Die Grundsätze einer zweckmäßigen Diesellokomotivbauart werden erörtert die Vier- und Zweitaktmotoren in Bezug auf ihre Verwendbarkeit geprüft, die verschiedenen bisher vorgeschlagenen Lokomotivbauarten erwähnt, ihre Aussichten und Erfolge kurz geschildert und einige für die zu wählende Bauart wichtige Gesichtspunkte angeführt

Jede Diesellokomotive besteht aus folgenden vier Hauptteilen: 1. den Fahrgestellen, 2. dem Dieselmotor, 3. dem Kühler, 4. der Übertragung. Das Fahrgestell einer Diesellokomotive unterscheidet sich im Grunde genommen nicht von den Bauarten, die eine hundertjährige Praxis für Dampflokomotiven entwickelt hat. Ich will daher auf diesen Teil nicht näher eingehen.

Die größte Schwierigkeit in der Anwendung von Dieselmotoren auf Lokomotiven besteht darin, daß der Motor nur in verhältnismäßig engen Geschwindigkeits- und Belastungsgrenzen wirtschaftlich und zuverlässig arbeitet. Bei sehr geringen Kolbengeschwindigkeiten (unter 0,5 m/s) kann der Motor überhaupt nicht arbeiten. Infolgedessen muß er mittels Druckluft oder einer andern von irgendeiner Quelle erzeugten Kraft angelassen werden, d. h. im Vergleich mit der Dampflokomotive fehlt diesem Motor die für den Eisenbahndienst erforderliche Anpassungsfähigkeit.

Im Unterschied aber zu ortfesten Maschinen und Schiffsmaschinen müssen Lokomotiven unter außerordentlich veränderlichen Bedingungen arbeiten. Sie müssen in der Lage sein, schwere und leichte Züge zu befördern, sowie auch ohne Zug zu fahren. Außerdem müssen Lokomotiven bei beliebiger Zuglast, bis zu den höchsten, die Züge in Steigungen, ebenen Strecken und Gefällen befördern. Die Lokomotiven müssen die Züge bei verschiedenen Streckenprofilen mit vorgeschriebenen Geschwindigkeiten fahren können, die durch die Signale, den Zustand der Strecke und Brücken und sogar die Bremsart bedingt sind. Ganz allgemein kann man sagen, daß die Geschwindigkeit und die Belastung von null bis zu einem Höchstwert veränderlich sein muß, während in Gefällen sogar negative Arbeit gefordert wird, d. h. ein Lokomotivmotor muß den höchsten Grad der Anpassungsfähigkeit aufweisen. Die Dampflokomotive erhielt in dieser Hinsicht bereits von Stephenson eine außerordentliche Vollkommenheit, und ihre grundsätzliche Bauart veränderte sich fast gar nicht mehr. Die Anpassungsfähigkeit der Dampflokomotive an die Bedingungen des Eisenbahndienstes ergibt sich daraus, daß ihre Maschine bei den geringsten und höchsten Geschwindigkeiten völlig zuverlässig arbeiten kann, sowie daraus, daß die Zugkraft bei beliebiger Stellung des Reglers und der Steuerung mit wachsender Geschwindigkeit selbsttätig rasch sinkt. Diese Eigenschaft der Selbstreglung bei der Dampflokomotive, die erst in der letzten Zeit theoretisch richtig bewertet wurde, ist aber außerordentlich wertvoll[1]).

Wir sehen, daß zur Schaffung einer Diesellokomotive, die ein brauchbares Werkzeug des Bahnbetriebes sein soll, entweder der Dieselmotor grundlegend verändert werden muß, indem er den gleichen Grad der Anpassung wie eine Dampfmaschine erreicht, oder die Ergänzung dieser ungenügenden Anpassungsfähigkeit des Dieselmotors muß durch Einführung einer besonderen Übertragung erzielt werden. In beiden Richtungen ist im Laufe der letzten Zeit von der Technik der ganzen Erde viel erreicht worden. Die Versuche zur Schaffung eines Lokomotivdieselmotors, der anpassungsfähiger ist als der ortfeste Motor und der Schiffsdieselmotor, haben bereits zum Erfolg geführt. Die Viertakt-Schnelläufermotoren der Firma Beardmore und der MAN entsprechen in bezug auf Gewicht und Regelfähigkeit bereits völlig den Anforderungen, die an sie bei der Verwendung der einfachsten Übertragung gestellt werden. Diese Motoren laufen ganz zuverlässig bei 50 bis 1000 Uml./min bei mittleren Drücken von 2 bis 9 at.

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 849.

Abb. 1
Wirkungsgrade von Zwei- und Viertaktmotoren
a Wirkungsgrade von Viertaktmotoren
b „ „ Zweitaktmotoren

Eine Reihe von Firmen arbeitet zur Zeit an [der] Schaffung von Zweitakt-Lokomotiv-Dieselmotoren. [Die] Aufgabe kann jedoch noch nicht als gelöst anges[ehen] werden, und es scheint mir, daß auch bei der besten Lö[sung] der Zweitaktmotor doch nie die Anpassungsfähigkeit [auf]weisen wird, die bei Viertaktmotoren erreicht ist. [In] dieser Hinsicht ist Abb. 1 sehr anschaulich, in der [die] Schaulinie *a* die Wirkungsgrade von Viertaktmotoren [dar]stellt, die in letzter Zeit erprobt worden sind, und [die] Schaulinie *b* die Wirkungsgrade von Zweitaktmot[oren]. Auf der Abszissenachse sind die Leistungen an [der] Welle, gemessen in Teilen der Nennleistung, aufgetra[gen]. Wir sehen aus Abb. 1, daß bei Nennleistung und [bei] Überlastung die Viertakt- und Zweitakt-Dieselmot[oren] praktisch gleich wirtschaftlich arbeiten, während b[ei] Unterbelastung, mit der die Lokomotiv-Dieselmotoren [...] arbeiten müssen, die Viertaktmotoren bedeutend im [Vor]teil sind.

Bei der Wahl der Dieselmotoren ist ein sehr we[sent]licher Umstand für den Lokomotivdienst das Gewich[t für] 1 PS. Solange es mehr als 50 kg/PS betrug, war die [An]wendung von Dieselmotoren auf Lokomotiven unmög[lich]. Bei neueren Diesellokomotiven sind Dieselmotoren [ver]wendet worden, die 20 bis 30 kg/PS wiegen, währen[d für] Flugzeuge bereits Dieselmotoren mit weniger als 5 k[g/PS] gebaut werden. Die Gewichtverminderung wird durch [fol]gende vier Maßnahmen erreicht: Erhöhung des mitt[leren] indizierten Druckes, Erhöhung der Drehzahl, Erhö[hung] der Zahl der Arbeitshübe für eine Umdrehung und l[eich]tere Bauart. Mittels der ersten Maßnahme kann nur [...] wenig erreicht werden, da bei Erhöhung von p_i [über] 9 at bei dem Viertaktverfahren und über 7,5 at b[ei] dem Zweitaktverfahren der Wirkungsgrad des D[iesel]motors wesentlich sinkt. Bedeutend vorteilhafter is[t die] zweite Maßnahme — die Erhöhung der Drehzahl. A[bb. ...] zeigt die Gewichte für 1 PS_e der derzeitigen D[iesel]motoren (Z. Bd. 70 (1926) S. 1065). Wie zu erw[arten] war, zerfallen diese Werte in drei Gruppen: [ein]fachwirkende Viertaktmotoren (weiße Kreise), ein[fach]wirkende Zweitaktmotoren (weiße Kreise mit Pun[kten]) und doppeltwirkende Zweitaktmotoren (schwarze Kre[ise]). Wir sehen aus Abb. 2, daß der Übergang von den [Vier]takt- zu den Zweitaktmotoren eine Gewichtersparnis [nur] bei Drehzahlen unter 12 Uml./s, d. h. 720 Uml./min, e[rgibt], was einem Gewicht von etwa 12 kg/PS_e entspricht. [...] weitere Gewichtverminderung der Dieselmotoren wir[d er]zielt hauptsächlich durch Verwendung von Aluminiu[m an] Stelle von Stahl, wodurch aber die Festigkeit [der] Teile verringert wird. Eine Diesellokomotive ist aber [kein] Flugzeug, und wenn Diesellokomotiven der gleichen [Lei]stung wie die entsprechenden Dampflokomotiven ge[baut] werden sollen, so besteht kein Zwang, unter 12 kg/PS_e [...]

ht zu gehen. Dies alles spricht dafür, daß für die derzei-n Verhältnisse die geeignetsten Dieselmotoren für Diesel-motiven die Viertaktmotoren sind mit einer Drehzahl etwa 720 Uml./min und einem Gewicht von etwa g/PS_e. Ein solcher Motor kann genügend anpassungs-ig gebaut werden, allerdings nicht so anpassungsfähig, man ohne Übertragung auskommen kann.

Der russische Professor Grinewetzki machte als ter den Versuch, der von seinen Schülern Schelest Masing fortgesetzt wurde, an Stelle des Diesel-ors einen besonderen Lokomotiv-Verbrennungsmotor zu affen, um dadurch die Übertragung überflüssig zu chen, oder, richtiger gesagt, sie unsichtbar zu machen. se Versuche führten bisher nicht zum Erfolge infolge er Reihe von baulichen und theoretischen Schwierig-ten, auf die ich in meinem Buch „Die Diesellokomo-n", das in diesem Jahr erscheint[2]), näher eingehe. In gster Zeit versuchen die Firma Ansaldo in Italien und inther in Deutschland die Aufgabe auf rein mecha-chem Wege zu lösen. Der Vorschlag von Günther[3]) ht zunächst nur auf dem Papier. Die Lokomotive von saldo, 1100 PS Leistung, für die italienischen Bahnen r Ende 1926 bereits fertiggestellt; die ersten Versuchs-rten zeigten jedoch die Notwendigkeit mehr oder we-er wesentlicher Umbauten.

Jedenfalls läuft, abgesehen von der Still-Lokomo-e[4]), bis jetzt noch keine Diesellokomotive mit unmittel-er Übertragung für eine einigermaßen bedeutende Lei-ng. Solange wir Dieselmotoren verwenden, muß e ungenügende Anpassungsfähigkeit an die Ver-tnisse des Eisenbahndienstes durch eine Über-gung ergänzt werden, die zur Veränderung der ersetzung dient, d. h. des Verhältnisses zwischen Drehzahl des Dieselmotors und der Räder. Im Laufe letzten fünf Jahre sind über hundert verschiedene rschläge von Übertragungen gemacht worden. In be-auf die Übertragungsart können sie in folgende vier uppen eingeteilt werden: 1. elektrische Übertragung, Flüssigkeitsgetriebe, 3. mechanische Getriebe, 4. Gas-rtragung.

Mittels der elektrischen Übertragung kann jeder Dieselbauart eine Elastizität der Regelung der komotive erreicht werden, die die Anpassungsfähigkeit er Dampflokomotive weit überragt. Nachteile sind verwickelte Bauart, das hohe Gewicht und der hohe is. Dafür zeigte aber die zweijährige Erfahrung mit ersten russischen Diesellokomotive Nr. 001, daß in ug auf Zuverlässigkeit die elektrische Übertragung hts zu wünschen übrig läßt. Das reiche Amerika will er heute von andern Übertragungsarten nichts wissen. sei aber erwähnt, daß in Amerika Diesellokomotiven schließlich für Verschiebebetrieb verwendet werden, bei die Elastizität besonders wichtig ist. Auf diesem Gebiet sind Diesellokomotiven mit elektrischer Übertragung natürlich unersetzlich.

[2]) Beim VDI-Verlag.
[3]) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 82 (1927) S. 39.
[4]) „The Engineer" Bd. 143 (1927) S. 410.

Abb. 2
Gewichte von Dieselmotoren bezogen auf 1 PS_e Leistung
○ a einfach wirkende Viertaktmotoren
⊙ b „ „ Zweitaktmotoren
● c doppelt „ „ „

Die deutsche Technik beschäftigte sich bis zur letzten Zeit hauptsächlich mit dem Flüssigkeitsgetriebe. Die bisherigen Ergebnisse können jedoch nicht als befriedigend anerkannt werden. Während der Wirkungsgrad der elektrischen Übertragung etwa 85 vH, der mechanischen etwa 90 vH beträgt, ergaben die bisher erprobten Flüssigkeitsgetriebe nur 60 bis 70 vH. Meiner Anschauung nach ist der Hauptmangel des Flüssigkeitsgetriebes der, daß zur Kühlung des Arbeitsöles der Kühler um 30 bis 40 vH vergrößert werden muß. Die Unterbringung genügend großer Kühler aber ist überhaupt eine der schwierigsten Fragen des Diesellokomotivbaues.

Es wurde seit längerer Zeit angenommen, daß der Bau einer genügend elastischen mechanischen Übertragung nicht möglich ist. In dieser Hinsicht sind die Erfahrungen, die im Verlauf der Versuchsfahrten auf der Deutschen Reichsbahn mit der zweiten russischen Diesellokomotive Nr. 005 mit Zahnradgetriebe und elektromagnetischen Kupplungen gemacht worden sind, als eine außerordentlich wichtige Entwicklungsstufe des Diesellokomotivbaues anzusehen. Mit Hilfe der elektromagnetischen Kupplungen der Firma Magnet-Werk, Eisenach, und des Zahnradgetriebes von Krupp gelang es, eine genügende Anpassungsfähigkeit zu erzeugen. Natürlich ist diese Getriebelokomotive nicht so elastisch in der Regelung wie eine Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung und nicht einmal wie eine Dampflokomotive. Die Versuche zeigten aber, daß für Personen- und durchgehenden Güterverkehr die Anpassungsfähigkeit ausreichend ist. Dabei ist die Getriebelokomotive um 30 vH billiger als eine Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung und nur um 50 vH teurer als eine Dampflokomotive von entsprechender Leistung; eine Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung ist also um 115 vH teurer als eine Dampflokomotive.

Wie bedeutend der Erfolg der russischen Diesel-Getriebelokomotive mit Magnetkupplungen war, kann daraus ersehen werden, daß noch vor den endgültigen Versuchen in Rußland die Deutsche Reichsbahn der Lokomotivfabrik Hohenzollern, A.-G., Düsseldorf, eine ähnliche Diesellokomotive in Auftrag gegeben hat. Es darf aber ein wesentlicher Mangel der russischen Diesel-Getriebelokomotive nicht verschwiegen werden, der bei den Versuchsfahrten in Deutschland festgestellt worden ist. Es handelt sich hier darum, daß bei der Veränderung der Übersetzung mittels des Getriebes beim Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe zur andern die Hauptkupplung ausgeschaltet werden muß, d. h. die Zugkraft muß auf null herabsinken, um dann wieder den vollen Wert zu erreichen. Nach Ansicht sehr sachkundiger Fachleute ist dieses Verfahren ganz unzulässig, da es zum Zerreißen des Zuges führen kann. Man kann sich dieser Meinung jedoch nur mit Vorbehalt anschließen. Die tägliche Praxis zeigt, daß, wenn eine Dampflokomotive zu schleudern beginnt, der Lokomotivführer für einige Sekunden den Regler schließt, d. h. die Zugkraft auf null herabsinken läßt. Wenn der Regler nur während 5 bis 10 s geschlossen wird, so zerreißt der Zug nie, wird jedoch der Regler 30 bis 60 s lang geschlossen, und zwar auf einem ansteigenden Streckenabschnitt, so ist das Zerreißen eines durch die Kupplungen schlecht gespannten Zuges fast unvermeidlich. Wesentlich hierbei ist also die Dauer der Unterbrechung der Zugkraft. Bei der Diesel-Getriebelokomotive wurde durch genaue Messungen festgestellt, daß beim Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe auf eine andre die Zugkraft nur etwa 17 s lang null bleibt. Diese Zeit ist ziemlich lang. Gelingt es jedoch, sie auf etwa 5 s herabzusetzen, so besteht keine Gefahr des Zerreißens. Im Gegenteil, bei ausreichender Erfahrung des Lokomotivführers kann die Diesel-Getriebelokomotive beliebige Züge auf beliebigen Steigungen befördern. Man kann daher im schlimmsten Falle nur von einer nicht ganz gelungenen Bauart der Magnetkupplungen der ersten Getriebelokomotive sprechen, aber keinesfalls von einer Unanwendbarkeit dieser Kupplungsart für Diesellokomotiven. Zur Zeit ist die erste russische Diesel-Getriebelokomotive mit Magnet-

kupplungen die einfachste, wirtschaftlichste (Wirkungsgrad am Umfange der Treibräder 29 vH) und billigste Diesellokomotive der Welt, wenn auch verschiedene bei einer neuen Sache unvermeidliche Fehler gemacht worden sind.

Die verschiedenen Bauarten der Gasübertragung sind aus dem Laboratoriumzustand noch nicht herausgekommen. An der Spitze der Entwicklung der Gasübertragung stehen Zarlatti, Christiani und MAN-Maschinenfabrik Eßlingen. Die Lokomotive von Zarlatti ist bereits im Betrieb, die Lokomotive von MAN-Maschinenfabrik Eßlingen wird voraussichtlich im Sommer d. J. in Betrieb kommen, während die Lokomotiven von Zarlatti und Christiani schon ihre ersten Fahrten auf der Strecke machen. Man kann mit einem Erfolg dieser beiden Lokomotiven rechnen. Irgendwelche zuverlässigen Betriebsergebnisse liegen jedoch noch nicht vor. Man kann nur bemerken, daß im Bau eines Kompressors für Lokomotivzwecke die Firma MAN Ergebnisse erzielte, die vor einem Jahre noch nicht für möglich gehalten werden konnten.

In letzter Zeit wird mehr und mehr die Frage aufgeworfen, ob es denn notwendig sei, die gesamte Leistung des Dieselmotors durch die Übertragung zu leiten, d. h. ob es nicht möglich wäre, eine genügende Elastizität der Regelung dadurch zu erzielen, daß die Leistung des Antriebmotors in zwei Teile geteilt wird, von denen der eine Teil den Triebrädern unmittelbar zugeführt, während der andre Teil durch die Übertragung geleitet wird.

Hierbei würden die Abmessungen, das Gewicht und der Preis der Übertragung natürlich geringer werden, dafür ändert sich aber die Umlaufzahl des Dieselmotors unmittelbar mit der der Treibräder. Da die Leistung des Dieselmotors aber mit der Drehzahl wächst, so kann die volle Leistung des Motors nur bei der höchsten Geschwindigkeit entwickelt werden.

Für Schnellzugbetrieb wäre dies zulässig, für Güterzugbetrieb natürlich nicht. Bei Güterzugbetrieb ist die höchste Leistung bei Geschwindigkeiten von 15 bis 20 km/h erforderlich, mit denen die Güterzüge die Steigungen befahren müssen. Die Möglichkeit einer Geschwindigkeitserhöhung in ebenen Strecken hat, insbesondere bei Handbremsung, hierbei keine praktische Bedeutung. Die Anwendung einer Teilübertragung kann daher nur für Personenzug-Diesellokomotiven erfolgreich sein, wo eine besondere Anpassungsfähigkeit von der Lokomotive auch nicht verlangt wird. Bei genügend elastischen Dieselmotoren genügt für Personenzuglokomotiven die einfachste Übertragung. Die Teilübertragung hat daher kaum Aussicht, eine weitere Verbreitung zu finden.

Von der Teilübertragung ist die Differentialübertragung zu unterscheiden. Bei der Teilübertragung bleibt die unmittelbar übertragene Leistung mehr oder weniger gleich. Bei der Differentialübertragung kann sie von null bis zu einem Höchstwert beliebig verändert werden. Vom eisenbahntechnischen Standpunkt aus betrachtet, ist diese Übertragungsart sehr zweckmäßig, aber die vorgeschlagene Bauart dieser Übertragung[5]) ist so verwickelt, daß wohl kaum Aussicht auf eine weitere Verbreitung hat. dieser Übertragungsart gehört auch das Getriebe Schneider[6]), das von der Lokomotivfabrik Winte hergestellt ist, aber bisher auf keiner Diesellokomotive wendet wurde.

Hinsichtlich der Kühler ist zu sagen, daß b mehrere recht befriedigende Bauarten vorhanden sind. denen ich die Bauart von Schweter mit Rippenrohre die beste halte. Die Frage der Kühler und ihre Th wird auch in meinem demnächst erscheinenden Buche Diesellokomotiven" ausführlich behandelt werden.

Es besteht noch eine Frage, die meiner Anscha nach zur Zeit von außerordentlicher Wichtigkeit Viele Ingenieure sind der Meinung, daß man beim handensein einer Reihe befriedigender Bauarten von D motoren, Kühlern und Übertragungen diese Einzelteil liebig miteinander zusammenstellen kann. Dies ist kommen falsch. Die Technik kennt keine unbedi Lösungen. Was unter bestimmten Bedingungen gut kann unter andern Bedingungen unbrauchbar Vor allem muß berücksichtigt werden, daß die Ar bedingungen der Lokomotive nie gleich sind. Als beiden Grenzfälle kann man den Verschiebedienst un Schnellzugdienst auf ebenen Strecken bezeichnen. Verschiebedienst sind die Arbeitsbedingungen der Lok tive ständig veränderlich; beim Schnellzugbetrieb sowi Schiffen arbeitet der Motor längere Zeit unter gleichen Bedingungen. Wir haben bereits erwähnt, für den Verschiebedienst die elektrische Übertragun beste Lösung der Aufgabe ist. Für Personenzugve ist sie aber unbedingt unzweckmäßig.

Außerdem ist klar, daß die Verbindung der trischen Übertragung mit einem neuen, besonders e schen Dieselmotor infolge des hohen Preises und des hältnismäßig geringen Wirkungsgrades dieser Mo zwecklos ist. Im Gegensatz dazu ist die Erzielung friedigender Ergebnisse mit dem Zahnradgetriebe elektromagnetischen Kupplungen, insbesondere im G zugverkehr, nur bei einer Verbindung dieser tragungsart mit einem elastischen Dieselmotor mög Ich bin der Ansicht, daß diese Übertragungsart Zweitakt-Dieselmotoren überhaupt unanwendbar ist. der Gasübertragung sind die Zweitaktmotoren aus andern Grunde unbrauchbar. Jede Gasübertragung nur bei starker Erwärmung des Arbeitsgases befriedi arbeiten, und zwar bei einer Erwärmung mittels der gase des Dieselmotors. Hierzu ist aber erforderlich, diese Abgase eine genügend hohe Temperatur h Zweitaktmotoren weisen aber infolge der Verdünnung Abgase durch die Spülluft geringere Abgastemperat auf als Viertaktmotoren. Infolgedessen ist die Anwen von Zweitaktmotoren einer der wesentlichsten Fehler Diesellokomotiven mit Gasübertragung von Zarlatti Christiani. [B 25

[5]) „Mechanical Engineering" Bd. 48 (1926) S. 919.
[6]) Z. Bd. 69 (1925) S. 499.

Die elektrisch gesteuerte Druckluftbremse

Bei der elektrisch gesteuerten Druckluftbremse bleiben die Eigenschaften der normalen Druckluftbremse voll erhalten, nur Zu- und Austritt der Druckluft werden an den Bremszylindern durch elektrisch betätigte Ventile gesteuert. Bremsen dieser Art sind in Deutschland und den Vereinigten Staaten seit langen Jahren im Gebrauch. Zur Betätigung der Bremsventile dient eine Batterie mit 32 bis 40 V Spannung. Für die Luftventile wird eine Art Dreiwegventil benutzt (vgl. Electric Railway Handbook 1925), bei dem die Steuerung des Zu- oder Austritts der Druckluft elektromagnetisch betätigt wird, so zwar, daß der Druck im Bremszylinder beliebig bis zum Höchstdruck mit beliebiger Abstufung gesteigert werden kann. Durch gleichzeitige Druckluft-Steuerung der Bremse wird erreicht, daß bei einem Versagen der elektrischen Ventile die Bremswirkung ohne Verzögerung und selbsttätig in gleicher Weise eintritt.

Bei vergleichenden Versuchen mit Betriebsbremsungen aus einer Geschwindigkeit von 64 km/h wurde ein Zug aus acht Wagen mit Druckluftbremse in 40 s und mit einem Bremsweg von 494 m zum Stillstand gebracht, dagegen elektrischer Bremse ein Zug aus zehn Wagen in 20 s nach nur 214 m (Betriebsbremsung mit Auslösung). Notbremsungen zeigten die gleichen Versuche den Haup teil der elektrisch gesteuerten Druckluftbremse, das au blickliche Einsetzen aller Bremsen auch im län Zuge, mit besonderer Deutlichkeit. Die Zeiten für den aus acht Wagen und aus zehn Wagen waren 22 und die Bremswege bis zum Stillstand 191 und 107 m. Für zelne Wagen und kurze Züge ist die elektrisch geste Bremse von geringerem greifbaren Vorteil, weil bei ku Zügen auch bei einer rein durch Druckluft gesteu Bremse die Durchschlagsgeschwindigkeit hinreicht, fühlbares Zerren oder Auflaufen des Zuges zu verhin Die elektrisch ausgelösten Bremssysteme haben beso Bedeutung für die Stadtschnellbahnen, bei denen die lastung der Strecke groß, der Zugverkehr dicht und Haltestellenabstand gering ist, und die Züge durchweg Länge haben, bei denen die Vorzüge der elektrisch geste ten Bremse voll in die Erscheinung treten. [N 32]

Wirtschaftlicher Schiffsantrieb

Von Dr.-Ing. G. Kempf, Hamburg

orgetragen auf dem Sprechabend des Fachausschusses der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Hamburg, am 12. Mai 1927

Zusammenhang zwischen der Schiffsform, der Neigung der Wellenhosen und dem Schraubendrehsinn — Leitflächen vor und hinter der Schraube — Einfluß der Ruderform — Erreichbare Leistungsersparnisse bei Ein- und Doppelschraubenschiffen

Die Ausgestaltung des Hinterschiffs im Hinblick auf den Antrieb begegnete bis vor kurzem und teilweise heute noch zwei wesentlichen Hindernissen. as erste Hindernis liegt darin, daß die Hinterschiffsform nd der Schraubenantrieb bei den Werften zu zwei verhiedenen Dienststellen gehören, so daß dieses für den ntrieb wichtigste Problem zwischen zwei Stühlen hwebt und das verbindende Glied manchmal nur die ersuchsanstalt darstellt. Bei dieser aber lag das zweite indernis, nämlich im alten Verfahren der Modellveruchstechnik. Auch hier hatte man die bereits beklagte Trennung zwischen Schiffsform und Antrieb meßtechisch durchgeführt und beeinträchtigte durch das hinter er Modellschraube liegende Gestänge die Antriebswirung in nicht nachprüfbarer Weise, ohne den Grad dieser eeinflussung zu ahnen. Erst die Einführung des Eigenntriebes der Modelle schuf die Möglichkeit zur näheren Erforschung der wahren Wechselbeziehungen wischen Schiffsform, Schraube, Ruder nd Leitvorrichtungen.

Das primär wichtigste und zugleich schwierigste lied in der Kette dieser Wechselbeziehungen bildet zweiellos die Schiffsform selbst. Sie muß zunächst nach em Gesichtspunkt geringsten Widerstandes durchgebilet werden. Dadurch ergibt sich für eine bestimmte vom eeder angegebene Schiffsgröße und Geschwindigkeit ine gewisse Völligkeit und Verdrängungsverteilung. Bei der weiteren Formgebung des Hinterchiffes auf Grund dieser Verdrängungsverteilung weren jedoch die Fragen des besonderen Antriebs entcheidend.

Wenn ich alle in der Seeschiffahrt weniger beachtenserten Fragen des Antriebs auf flachem Wasser und bei eschränktem Tiefgang hier außer acht lasse und mich ur auf den Antrieb normaler Ein- und Zweischrauber eschränke, so gibt es schon genug zu bedenken. Ich muß orausschicken, daß Ein- und Zweischraubenntrieb grundsätzlich verschiedene Schiffsformen verangen können. Die Einschraubenschiffsform verlangt inten **U**-förmig steile Spantform für einen möglichst irksamen Schraubenantrieb, ein Doppelschrauber wird ndessen bei größeren relativen Geschwindigkeiten mit -förmigen Spanten besser arbeiten, während er bei kleieren Geschwindigkeiten ebenfalls mit **U**-förmigen panten günstiger sein wird. Modellversuche ohne chrauben lassen in dieser Hinsicht im Stich und weisen inen falschen Weg. Die Ursache liegt in der Zuleitung der trömung zur Schraube. Bei **U**-förmigen Spanten fließt as Wasser mehr wagerecht der Schraube zu und verteilt ich gleichmäßiger über den Schraubenkreis als bei -förmigen Spanten, wo der Zufluß zu den oberen Teilen es Schraubenkreises schwieriger ist, so daß namentch Einschrauber mit **V**-förmigen Spanten bei geringem iefgang großen Sog aufweisen und schlecht laufen. Die -Form erzeugt einen Innendrall, die **V**-Form einen ußendrall, Abb. 1, beides erfordert Energieaufwand Widerstand), und es ist begreiflich, daß eine neutrale orm zwischen beiden von geringstem Energieaufwand estehen muß, wie die sogenannte Maier-Form, die insichtlich des reinen Formwiderstandes ein Minestmaß darstellt. Man kann weder die Wirkung er Schiffsform an sich noch diejenige der Wellenhosen utreffend beurteilen, wenn man nicht den Strömungsdrall nd seinen Einfluß auf die Schraubenwirkung in Rechung zieht.

Der Gedanke, diesen Drall auszunutzen, dem Schraubendrall durch einen Gegendrall zu begegnen und durch ermeiden der tangentialen Verluste die Schraubenwirung zu erhöhen, ist in Deutschland zuerst und klar vor

Abb. 1
Strömungsrichtungen im Hinterschiff bei:

	V-Spantenform	U-Spantenform
Länge zwischen den Loten =	129,5	136,5 m
Breite =	17,05	17,67 „
Tiefgang =	7,35	7,73 „
Verdrängung =	12 510	14 412 t
Völligkeitsgrad δ =	0,768	0,765
Schrauben-Dmr. =	5 182	5 400 mm
Schrauben-Steigung =	4 530	4 700 „
Steigung/Dmr. =	0,878	0,870

über 20 Jahren von Dr. Wagner in der Schiffbautechnischen Gesellschaft ausgesprochen und mit Versuchs- und Betriebserfahrungen belegt worden. Seitdem hat man verschiedene Konstruktionen zur Erzeugung von Gegendrall hinter und vor der Schraube, letztere auf Vorschlag von Prof. Haß, erfolgreich benutzt.

In diesem Zusammenhang müssen gemeinsam mit der Schiffsform die Wellenhosen besprochen werden. Bei Doppelschraubern wählt man die **U**-Spantform vorteilhaft für verhältnismäßig kleine Geschwindigkeiten, muß dann aber die Wellenhosen flach mit höchstens 15° Neigung anbauen und nach außen schlagende Schrauben wählen, um den von Schiffsform und Wellenhosen hervorgerufenen Innendrall durch den Außendrall der Schraube auszunutzen. Bei größeren Geschwindigkeiten werden die **V**-Spantenformen für Doppelschrauber günstiger. Bei diesen entsteht, wie die Messungen erweisen und Abb. 1 zeigt, primär eine auswärtsdrehende Strömung.

Für die Lage der Wellenhosen gibt es hierbei nun drei Möglichkeiten:

1. entweder legt man sie möglichst genau in die Strömung, meist etwa unter 45° geneigt. Dann werden sie den geringsten Formwiderstand haben und fast gar keinen Drall erzeugen. Man verzichtet also auf Drallgewinn und erreicht gleiche Antriebsleistungen, ob die Schrauben nach innen oder ob sie nach außen drehen,
2. oder man legt die Wellenhosen flacher. Dann wird der Formwiderstand zwar in dem Maße größer werden, als der Strömung ein Innendrall aufgezwungen wird; aber die nach außen schlagenden Schrauben werden diesen Drall zum großen Teil ausnutzen. Es ist noch nicht sicher, ob bei **V**-förmigen Spanten allgemein durch flache Wellenhosen eine Überlegenheit gegen steile Wellenhosen zu erzielen ist, wie dies bei **U**-förmigen Spanten der Fall ist,
3. oder man stellt die Wellenhosen steiler als 45°, verstärkt dadurch den ursprünglich von der Schiffsform allein erzeugten Außendrall, muß aber dann die Schrauben zur Ausnutzung dieses Dralls nach innen schlagen lassen. Nimmt man die hierdurch verrin-

Abb. 2
Versuchsreihe für ein V-förmiges Hinterschiff mit Wellenhosen

Kleinstwert der Schleppleistung *EPS*
a) bei 50° Neigung der Wellenhosen
Kleinstwerte der Wellenleistung *WPS*
b) bei 33° Neigung und auswärts schlagenden Schrauben
c) „ 65° „ „ einwärts „ „
c) ergibt um 10 vH geringere Wellenleistung als b)

gerte Manövrierfähigkeit des Schiffes in den Kauf, so erhält man in diesem Fall wenigstens bei V-förmigen Spanten, wie die Erfahrungen überwiegend lehren, geringere Antriebsleistung als mit jeder anderen Anordnung.

Kennzeichnend hierfür ist das Ergebnis einer Versuchsreihe für ein V-förmiges Hinterschiff mit Wellenhosen von verschiedener Winkelstellung bei auswärts und bei einwärts schlagenden Schrauben, Abb. 2. Ein weiteres Beispiel, Abb. 3, zeigt die mit Hilfe von Flügelrädern hinter der Wellenhose im Bereich der Schraube gemessene Drallströmung, die selbst örtlich bei gleicher Neigung der Wellenhosen durch ihre besondere Formausbildung ganz wesentlich beeinflußt werden kann. Sofern nämlich bei Doppelschraubern die Drallwirkung der Wellenhosen allein nicht genügt, um die Tangentialverluste im Schraubendrall zu verhindern, kann örtlich durch besondere an der Wellenhose angebrachte Leitflächen und Leitflügel vor der Schraube die Antriebsleistung verbessert werden.

Bei Einschraubern kann nun solcher Drall vor der Schraube überhaupt nur durch unsymmetrische Ausbildung des Hinterschiffes oder besondere Leitflügel erzielt werden. Der Gedanke, durch solche Leitvorrichtungen vor der Schraube die Schraubenwirkung zu verbessern, ist zuerst von Prof. Haß ausgeführt worden. Sie werden jetzt allein von der Star Contrapropeller - Gesellschaft ausgeführt. Solche Leitvorrichtungen haben ihre Wirksamkeit erwiesen, sie ist um so stärker, je stärker die Schrauben, wie z. B. bei Schleppern, belastet sind. Der dadurch im Betrieb ebenso wie bei Modellversuchen erreichte und gemessene Antriebsgewinn beträgt je nach der Belastung der Schraube bis zu 10 vH. Bei Zweischraubern beeinflussen an den Wellenhosen angesetzte sogenannte „innere" Leitflächen den Drall örtlich in der gewünschten Richtung. Es genügen meist an die Wellenhose angeschweißte, sorgfältig geformte Bleche, um die Strömung richtig zu leiten und einen Gewinn von 3 bis 4 vH zu erzielen. Dieser Gewinn läßt sich durch äußere auf die Wellenhosen aufgesetzte Leitflügel verstärken, die jedoch besonders sorgfältiger Formgebung bedürfen, damit ihr Widerstand den beabsichtigten Drallgewinn nicht überwiegt. Die Strömung ist gegen Ablösung sehr empfindlich, und jede Ablösung würde die Wirkung der Leitflächen verhindern.

Die tangentialen Verluste der Schraube betragen bei normaler Belastung der Schraube theoretisch höchstens etwa 7 vH, d. h. ein Gewinn in dieser Größenordnung ist im allgemeinen die obere Grenze für Leitvorrichtungen vor der Schraube. Nur in besonderen Ausnahmefällen ist ein größerer Gewinn gemessen worden, wo offenbar die Leitvorrichtungen eine vorher vorhandene Widerstandsquelle unwirksam gemacht, d. h. etwa eine Ablösung verhindert haben.

Hiermit wäre über die Formgebung des Hinterschiffes vor der Schraube das Wichtigste nach den heutigen Erkenntnissen hervorgehoben, wenn noch einige Worte über Nachstrom und Sog hinzugefügt werden.

Abb. 3
Drallströmung für verschiedene Neigung und Formausbildung der Wellenhose
Der mit den gleichen linksgängigen Flügelrädern an Steuerbord und Backbord gemessene Unterschied im mittleren Nachstrom kennzeichnet die Drallströmung, die mit oder gegen die Drehung des Flügelrades wirkt. d = Dmr. der einzelnen Nachstrom-Meßflügelräder

Der Nachstrom zerfällt hinsichtlich seiner Entstehung seiner Ausnutzung in zwei Bestandteile, nämlich in aus der Potentialströmung herzuleitenden und den aus igkeitswirkungen hinzukommenden Grenzschichtnachm, Abb. 4. Die Größenordnung beider Nachstrom- kann man durch Versuch feststellen, indem man zuhst wie üblich den ganzen Nachstrom mißt und dann Modell umdreht und den Formvorstrom mißt, weil bei entialströmung Formvorstrom und -nachstrom gleich l. Wie von Fresenius und Thoma theoretisch hgewiesen ist[1]), kann durch die Schraube nur die rgie des Zähigkeitsnachstromes ausgenutzt werden. vollkommener dieser Nachstrom von der Schraube ißt wird, um so vollkommener ist seine Auszung. Sie ist ideal beim Torpedoantrieb, wo der raubenkreis sich mit dem Körperquerschnitt deckt. kommt also bei der Formgebung des Hinteriffes darauf an, den Nachstrom so konzentriert wie glich dem Schraubenkreis zuzuführen. Anderseits soll Schiffsform, um die Sogwirkung möglichst gering zu ten, möglichst weit von der Schraube entfernt liegen. r eine bestimmte Einschraubenschiffsform hat Taylor sechs verschiedene Lagen und je drei verschiedene ößen der Schrauben Versuche ausgeführt[2]) und geden, daß in diesem Fall am günstigsten die kleine raube wirkt, wenn sie möglichst dicht und hoch am iffskörper angeordnet wird. Die Unterschiede der einnen Anordnungen sind ganz beträchtlich, über 30 vH. Doppelschraubern liegt die Sache so, daß im Bereich Schraube überwiegend Potentialnachstrom herrscht. Möglichkeit der Nachstromausnutzung ist hier also viel inger und erreicht meist nicht mehr als 5 vH. Ob es sich nt, die Schiffsform in dieser Hinsicht auszugestalten, weiteren Forschungen vorbehalten. Sie wurden vor r Jahren begonnen, mußten aber leider aus Mangel an teln und an Zeit abgebrochen und hinausgeschoben rden wie so manches andere auch.

Die bei der bisherigen Doppelschrauben-Schiffsform lende Möglichkeit, den Nachstrom weitgehend auszu-

[1]) Fresenius, „Schiffbau", Bd. 23 (1921) S. 257 u. 300. Thoma, itschrift für Flugtechnik", Bd. 16 (1925) S. 206.
[2]) „Marine Engineering", Bd. 27 (1922) S. 785.

Abb. 4
Nachstrom hinter Einschraubenmodell

nutzen, ist der Grund dafür, daß bei gleicher Schiffsform der Doppelschraubenantrieb dem Einschraubenantrieb oft beträchtlich nachsteht. Das ist eine bekannte Betriebserfahrung und zeigt sich deutlich in unserer Versuchsstatistik der Leistungsgrade verschiedenster bei uns untersuchter Schiffsformen, wonach die Doppelschrauber um rd. 10 vH schlechter sind als die Einschrauber, wie auch neuerdings von Schlupp[3]) an einem Sonderbeispiel gezeigt worden ist.

Über die Schraube selbst brauche ich hier wohl, nachdem sie in letzter Zeit ausführlich von verschiedenen Seiten behandelt worden ist, nur so viel zu sagen, daß sie theoretisch und praktisch den Erkenntnissen und Erfahrungen entsprechend dem Strömungszustand am Schiff angepaßt werden muß.

Ich komme nun zu der Ausbildung der Schiffsform hinter der Schraube. Hier setzte zuerst der Vorschlag Dr. Wagners ein, den Schraubenstrom planmäßig durch einen feststehenden Gegenpropeller zu regeln, um die Tangentialverluste zurückzugewinnen. Dieser Vorschlag

[3]) Vergl. „Schiffbau" Bd. 28 (1927) S. 193.

Abb. 5
Gewinn an Leistung bei verschiedenen Leitvorrichtungen

a Grundversuch, normaler Steven ohne Leitvorrichtung
b mit zweiflügeliger Leitvorrichtung vor der Schraube
c wie *b* und mit vierflügeliger Leitvorrichtung hinter der Schraube
d „ *b* „ „ zweiflügeliger „ „ „ „
e mit sechsflügeliger „ „ „ „
f „ vierflügeliger „ „ „ „
g „ zweiflügeliger „ „ „ „

Abb. 6
Leistungsgrade verschiedener Naben-, Steven- und Ruderbauarten bei gleicher Schiffsgeschwindigkeit

Abb. 7
Einfluß der Ruderform und Ruderlage auf den Antrieb

hat nicht nur die erwartete, sondern darüber hinaus bei Einschraubenschiffen eine weit größere überraschende Wirkung gezeigt. Der Leistungsgewinn erreicht nicht nur die theoretisch höchstens zu erwartenden 7 vH, sondern beträgt oft 12 vH und mehr. Dieser Gewinn war so bedeutend, daß man ihn zunächst immer wieder anzweifelte. Er läßt sich aber nicht wegleugnen und ist durch Betriebserfahrungen und Modellversuche im großen Umfange bestätigt. Vermutlich beruht er auf drei verschiedenen Wirkungen des Gegenpropellers:

1. dem Drallgewinn oder der Beseitigung des Tangentialverlustes, die um so vollkommener ist, je vollkommener die Strahlregelung wirkt, und normal 7 vH erreichen kann. Man hat daher Gegenpropeller verschiedener Flügelzahl mit sechs, vier und zwei Flügeln ausgeführt und ihre Wirkung an Modellen und zahlreichen Schiffen im Betrieb studiert, und wenn man auch gefunden hat, daß die Wirkung der mehrflügeligen Gegenpropeller etwas günstiger ist, begnügt man sich neuerdings aus betriebstechnischen Gründen mit zweiflügeligem Gegenpropeller und verzichtet auf etwa 2 vH Mehrgewinn, die demgegenüber ein sechsflügeliger Gegenpropeller oder, wie er international genannt wird, „Contrapropeller" erbringt;

2. einer Widerstandsverminderung des sonst vierkant im Schraubenstrom stehenden Ruderstevens. Sie mag etwa eine Größenordnung von 5 vH erreichen;

3. einer Sogverminderung, deren Ursache noch nicht voll erkannt ist, die zum Teil auf geringere, durch den Gegenpropeller hervorgerufene Drehzahl der Schraube zurückzuführen sein mag. Gerade diese letzte Wirkung, die Sogverminderung, kann aber erfahrungsgemäß namentlich bei sonst schlechten völligen Einschraubenschiffen mit starkem Sogverlust ganz beträchtlich werden.

Nimmt man im Mittel für jede der drei Wirkungen Drallgewinn, Widerstandsverminderung, Sogverminderung, eine Größenordnung von je 5 vH an, so ergibt sich im ganzen ein Gewinn an Antriebsleistung in Höhe von etwa 15 vH und darüber, was bei gleicher Leistung einer Geschwindigkeitszunahme von etwa 7 vH entspricht.

Eine Reihe verschiedener Leitflächenzusammenstellungen sind auf ihre Wirkung hin bei einem Einschraubenmodell der Isthmian Steamship Lines untersucht worden. Abb. 5 zeigt, daß die Zusammenstellung eines vier- oder zweiflügeligen Gegenpropellers mit einer zweiflügeligen Leitvorrichtung vor der Schraube am günstigsten wirkt. Bei der Schiffsgeschwindigkeit von 11,75 Kn ergibt sich ein Leistungsgewinn von 11,5 vH. Dieser bei den Modellversuchen festgestellte Wert hat sich nach Aussage der Reederei im Betrieb als Mittel aus verschiedenen Reisen in der gleichen Größe gezeigt.

Außer der allein auf den Antrieb gerichteten günstigen Wirkung des Gegenpropellers tritt unbestritten eine bedeutend bessere Steuerfähigkeit des Schiffes in die Erscheinung.

Wie bedeutend selbst unter Verzicht auf Drallgewinn die Verbesserungen durch Widerstandsverminderung und durch Sogverminderung allein bereits sind, zeigt sich, w man hinter der Schraube im Schraubenstrom nur einen symmetrischen Querschnitt anordnet, Abb. 6. Obwohl Drallausnutzung jedenfalls nicht so gut sein kann wi unsymmetrischen, dem Schraubenstrom angepaßten flächen, zeigt sich die Wirkung stromlinienförmiger metrischer Ruder, wie des Flettnerruders, des Oertzru und des Balanceruders, nach den gleichlautenden dellversuchs- und Betriebserfahrungen in einem deutenden Leistungsgewinn gegenüber dem norm Plattenruder, und zwar in einer Größenordnung von 10 vH und darüber, Abb. 7. Dies wurde zuerst für Oertzruder gemessen. Die gegenüber dem normalen R beim Flettner- und Oertzruder verdickte Ruderform vermutlich auch einen günstigen Einfluß auf die So minderung aus. Die Druckverteilung der verschied Systeme: Schiffsform, Schraube und Ruder wird dad offenbar günstig beeinflußt. Daß die genannten R das Flettner- und das Oertzruder, bei Einschraubensch die Steuerfähigkeit und Kursstabilität des Schiffes, eb wie das mit dem Contrapropeller verbundene Wa Ruder, erhöhen, ist eine immer wieder von den Sch leitungen hervorgehobene Tatsache, und zweifellos dadurch die Fahrtgeschwindigkeit des Schiffes namen bei unruhiger See günstig beeinflußt. Es erscheint k nötig, besondere Gründe aus der besseren Steuerfähi für die bedeutenden Antriebsgewinne der angefüh Ruder zu suchen; denn gleiche Gewinne, wie sie verb Betriebszahlen angeben, sind bei den Modellversuche erzwungener Geradeausfahrt, ohne daß die Kursstab und die Steuerfähigkeit zur Geltung kommen, gemesse

Eine günstige Wirkung der Stromlinienruder auf Antrieb bei Doppelschraubern hat nur in geringem maß in einzelnen Fällen gemessen werden können. der Hauptsache wird sich ihr Anwendungsgebiet auf schrauber erstrecken, dort aber sind gut geformte R hinter der Schraube von entscheidender Bedeutung.

Während man die Antriebsleistung bei Doppelsch bern eigentlich nur durch günstige Formung der We hosen und Leitvorrichtungen vor der Schraube sowie d richtige Wahl des Schraubendrehsinns um etwa 7 vH bessern kann, werden bei Einschraubern Gegenprop und gute Ruderbauarten anzuwenden sein, deren sparnisse in einer Größenordnung von 15 vH liegen. durch ergibt sich eine Überlegenheit des Einschrau antriebes.

Die Statistik der Modellversuchsergebnisse der le fünf Jahre lehrt, daß mit gut geformten Doppelschrau Propulsionswirkungsgrade bis zu 65 vH erreicht wer während sie sich bei Einschraubern bis zu 70 vH und über steigern lassen.

Wenn auch in den letzten Jahren manches, wie gesehen haben, zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit Schiffsantriebs durch praktische Versuche erreicht ist bleibt doch zur theoretischen Vertiefung der Erkenntn noch viel zu tun übrig. [B 50

Die Kurzwellensender von Nauen

Während der letzten fünf Jahre wurden im drahtlosen Nachrichtendienst neben den gebräuchlichen 5 bis 24 km langen Wellen auch solche von weniger als 100 m Länge verwendet. Obwohl diese kurzen Wellen größeren Stärkeschwankungen, sogenannten Fadings, unterworfen sind, zeichnen sie sich vor den langen doch dadurch aus, daß sie zur Überbrückung großer Entfernungen bedeutend geringere Sendeleistungen erfordern.

Schon im Juli 1924 wurde daher versuchsweise in Nauen ein Kurzwellensender für den Verkehr mit Südamerika in Betrieb genommen. Die Wellenlänge betrug damals 90 m, die Antennenleistung etwa 1 kW. Seitdem ist die Wellenlänge der Sender bis zu 15 m verkürzt, die Leistung dagegen erheblich gesteigert worden. Der neueste Kurzwellensender in Nauen arbeitet mit 25 m langer Welle und mit einer Antennenleistung von etwa 20 kW. Wellenlänge und Energieausstrahlung lassen sich in dem Maße verändern, wie es die Einflüsse von Tag und Nacht, Jahreszeit und Wetter erforderlich machen. Die Wellenlänge wird durch die Schwingungen eines Kristalls konstant gehalten (Kristallsteuerung). Die geringe Leistung des Kristallkreises verst man in einer Anzahl von Steuerstufen so weit, daß sie Steuerung des Hauptsenders ausreicht. Heizstrom, Ano und Gittervorspannung werden von Hochvakuumgleich tern und Batterien geliefert, der Anodenstrom der Ste stufen wird von zwei Hochspannungsmaschinen für 40 und je 2,5 kW und die Spannung für den Hauptsender einem Gleichrichter für 10 000 V und 60 kW entnommen. Röhren von 10 kW an sowie die Gleichrichterröhren wassergekühlt. Der Kurzwellensender ist 100 m vom Ha gebäude entfernt in einem Sonderbau untergebracht wird über Erdkabel mit Strom versorgt. Die Antenne steht aus einem 80 m langen Leiter, der an einem zwis zwei der großen Masten ausgespannten Tragseil senk aufgehängt ist.

Außer diesem Sender hat Nauen noch zwei klein ebenfalls kristallgesteuerte Kurzwellensender für Wel längen von 15 und 30 m. Sie dienen zur Aushilfe und Vorversuchen für die drahtlose Bildübertragung auf w Entfernungen, deren Einführung nach den vorliegen glänzenden Ergebnissen nur noch eine Frage der Zeit is

[N 617] Z

Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe

Von Dipl.-Ing. G. Krauter und Dr.-Ing. H. Vollprecht
(Mitteilung aus dem Deutschen Forschungsinstitut für Textilindustrie in Dresden)

Bestrebung zur eindeutigen Festlegung der Eigenschaften — Garn, Feinheit, Drehung, Volumen, Festigkeit, Dehnbarkeit — Baumwolle, Kette, Schuß, Zwirn, Faserlänge, Faserdicke, Klassierung — Wolle, Kammgarn, Streichgarn, Filze, Teppiche — Flachs, Werggarn, Flachsgarn — Hanf — Jute — Ramie — Tierhaare — Mineralfaser — Seide — Kunstseide

)ie Maschinenindustrie begnügt sich heute nicht mehr damit, Stahl oder Eisen zu verwenden, sondern der Stahl und das Eisen muß, um seinen ›ck zu erfüllen, Festigkeitseigenschaften aufweisen, womöglich bei der Bestellung festgelegt werden und n Bestätigung in Form von Probestäben mit auf Weg gegeben wird. Die Einhaltung der im voraus ährleisteten Eigenschaften wird durch sorgsame Prüg der Rohstoffe erreicht. Auch das Ziel der Textilıstrie ist, die Eigenschaften ihrer Werkstoffe eindeutig zulegen. Um dies ermöglichen zu können, muß man ı klar sein über die Forderungen, die die Textilindue an ihre Werkstoffe stellt. Von vornherein muß get werden, daß der Werkstoff des Webers oder Wirkers ndsätzlich von dem des Spinners zu trennen ist. Die ıfung des Garnes läßt sich wesentlich leichter durchren und ist deshalb viel allgemeiner im Gebrauch, als wissenschaftliche Prüfung des Rohstoffes.

Garn

Zunächst sollen hier die Forderungen, die an das rn gestellt werden müssen, behandelt werden. Das n im allgemeinen ist ein Gebilde, das aus einzelnen erelementen, die miteinander verbunden sind, besteht. nehr Faserelemente auf den Querschnitt kommen, desto ıer ist der Durchmesser des Garnes, desto größer ist Feinheit. Die Feinheit wird in der Praxis ausgeckt durch das Verhältnis der Länge zum Gewicht. Die nheitsnummer beeinflußt also die Tragfähigkeit des vebes, sowie das Aussehen. Die Einhaltung der Feinsnummer ist als erste Forderung anzusprechen.

Die einzelnen Faserelemente werden durch Zusamıdrehen verbunden. Durch das Zusammendrehen werdie einzelnen Fasern im Garn aneinandergepreßt. Oberflächenreibung zwischen den einzelnen Fasern t dann dem Gebilde einen gewissen Halt in der Fadenıtung. Bei geringer Drehung werden die Fasern ürlich nicht so dicht aneinander gelegt wie bei starker hung. Das Garn mit geringer Drehung wird also er und dicker erscheinen, als das Garn mit größerer hung. Außerdem ist den Fasern bei geringer Drehung Möglichkeit, aneinander vorbeizugleiten, noch nicht ig genommen. Die Dehnung wird infolgedessen grö, die Festigkeit geringer. Ein Punkt, der die Eigenıften des Garnes derartig beeinflußt, darf nicht verhlässigt werden. Man möchte deshalb die Einhaltung Drehung als zweite Forderung, die der Weber an ıen Werkstoff zu stellen hat, ansprechen. Die weite-Forderungen lassen sich nicht mehr ohne Gliederung Rohstoffe und Verwendungszwecke durchführen.

Baumwolle

Der meist verbrauchte Rohstoff ist die Baumwolle. Baumwolle wird hauptsächlich in der Weberei, der kerei und der Strickerei verwendet. Bei Webwaren en wir zwei Fadensysteme, deren Beanspruchung zum desten bei der Verarbeitung ganz verschieden ist. Die te wird gestrafft, also auf Zug beansprucht, und außerı im Geschirr und am Blatt gescheuert. Von dem Garn lert man daher eine möglichst hohe Reißfestigkeit und gewisse Scheuerfestigkeit. Die Eigenschaften erht man durch eine festere Drehung und eine ße Faserlänge, denn je größer die Einzelfaserlänge, o weniger Faserenden kommen auf die Längeneinheit um so mehr tragende Fasern kommen auf den Quernitt.

Beim Schuß ist die Beanspruchung lediglich die, die Faden durch das Abziehen von der Spule auszuhalten Die Beanspruchung auf Zug ist wesentlich geringer bei der Kette. Das Garn soll voll und weich sein, da hierdurch eine bessere Deckung im Gewebe erzielt wird. Erreicht wird dies durch möglichst schwache Drehung. Die dadurch verringerte Festigkeit fällt nicht ins Gewicht. Zum Verweben genügt sie, und wenn der Faden eingetragen ist, wird die durch die mangelnde Drehung nicht erreichte Reibung durch das Verkreuzen mit den Kettenfäden in vollem Maße wieder hereingebracht. Der Weber wird deshalb an das Schußgarn außer den vorgeschriebenen Forderungen noch die der Weichheit stellen.

Damit ist aber das Gebiet der Weberei noch nicht erschöpft. Für jedes Sondergewebe müssen, um die gewünschte Wirkung voll herauszubringen, Sondergarne verwendet werden. Eine Behandlung all dieser Fälle würde zu weit führen. Erwähnt sei, daß bei Ripsen z. B. die Verhältnisse im Schußgarn gerade umgekehrt liegen können. Die Wirkerei und Strickerei gebraucht zu ihren Erzeugnissen ein Garn, das außerordentlich schmiegsam ist, damit der Faden in gleichmäßiger Krümmung die Biegungen der Maschine mitmacht. Außerdem wirkt in der Wirkware jede Verdickung viel störender als in der Webware. Die Beanspruchung, die das Garn beim Verarbeiten erfährt, ist sehr gering. Der Wirker und Stricker wird als Forderung an seinen Werkstoff große Weichheit und große Gleichmäßigkeit zu stellen haben.

Aus der Baumwolle stellt man auch Nähzwirn her, der große Festigkeit und große Gleichmäßigkeit haben muß. Die Eigenschaften, die das Garn aufweisen muß, aus dem der Nähzwirn hergestellt wird, können natürlich denen des Nähzwirns nicht entgegenstehen. Das Garn muß hart gedreht sein.

Um diese verschiedenen Forderungen zu befriedigen, muß der Spinner schon bei der Wahl des Rohstoffes die nötigen Vorkehrungen treffen. Der Spinner hat also seinerseits an die Rohstoffe verschiedene Forderungen zu stellen. Will er ein Garn von großer Festigkeit und guter Gleichmäßigkeit herstellen, wie es für Nähzwirne verwendet wird, so muß zunächst der Rohstoff die gleichen Eigenschaften aufweisen. Eine große Festigkeit hat eine Baumwollfaser, die in bezug auf ihr Gesamtvolumen möglichst viel tragenden Stoff, d. h. Zellwand, hat. Je mehr von dieser festen Schicht im Querschnitt des Fadens vorhanden ist, desto größer ist die Gesamtfestigkeit. Bei feinen Fasern wird mehr von der Zellwand im Garnquerschnitt vorhanden sein als bei groben.

Die Länge der Einzelfasern ist auch nicht ohne Einfluß auf die Festigkeit des Garnes. Je länger die Einzelfasern sind, desto weniger Faserenden kommen auf die Längeneinheit, desto mehr tragender Stoff ist im Fadenquerschnitt. Außerdem läßt sich eine Baumwolle mit langen Fasern leichter zu einem gleichmäßigen Garn verarbeiten. Sind ganz besondere Anforderungen gestellt, so kann langfaserige Baumwolle gekämmt, d. h. alle Unreinigkeiten und kurzen Fasern, die zu Ungleichmäßigkeiten führen, können entfernt werden. Der Spinner muß, wenn von ihm ein Garn hoher Festigkeit verlangt wird, einen Rohstoff mit einer verhältnismäßig großen Faserlänge und großer Faserfeinheit verarbeiten. Die gleiche Forderung muß er stellen, wenn er ein Garn zu Wirk- oder Strickzwecken herstellen will. Durch die große Faserlänge, verbunden mit der Faserfeinheit, ist eine gute Gleichmäßigkeit des Garnes zu erreichen.

Die durch die Drehung erzeugte Reibung der Fasern aneinander ist bei langen Fasern mit weniger Drehung schon zu erreichen, da bei der langen Faser die Fläche, auf die die Reibung wirkt, größer ist. Für außerordentlich weich gedrehtes Garn kann man nur eine Baumwolle mit großer Faserlänge verwenden. Bei Webgarnen sind die Gegensätze nicht so kraß, doch wird auch hier nicht allein mit der Drehung die höhere Festigkeit gegeben,

sondern durch Auswahl der zu verarbeitenden Baumwolle in der Richtung, daß für Garne höherer Festigkeit längerstapelige Stoffe verwendet werden. Außerdem hat sich der Spinner noch nach der Feinheitsnummer des Garnes bei der Auswahl der Baumwolle zu richten. Bei hoher Feinheitsnummer (dünnem Garn) sind wenig Fasern im Querschnitt, es wird sich darum ein Faserende als nichttragend viel eher bemerkbar machen, als bei grober Nummer; daher die Forderung: je höher die Nummer, desto länger die Faser. Gehandelt wird Baumwolle nach Herkunft, Klassen, Stapel und Farbe. Die Faserfeinheit ist mit der Herkunft verschieden, dies ist teils durch klimatische Verhältnisse bedingt, teils aber auch durch verschiedene Pflanzengattung.

Die Dicken der Fasern einiger Sorten in tausendstel Millimetern und ihre größten Längen (mm) sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1

Art der Faser	Dicke $^1/_{1000}$ mm	Größte Länge mm
Sea Island Baumwolle	rd. 14	bis 50
Ägyptische „	„ 16	„ 45
Nordamerikanische Baumwolle .	„ 19	„ 35
Südamerikanische „ .	„ 20	„ 35
Ostindische Baumwolle	„ 25	„ 30

Diese Zahlen decken sich aber nicht mit dem Kaufstapel. Der Kaufstapel liegt einige Millimeter unter der Länge der längsten Fasern; ihn zu schützen, ist Erfahrungs- und Übungssache.

Die Klasse bezeichnet das Kennzeichen der Baumwolle nach Reinheit und Faserbeschaffenheit. Die Klassenbezeichnungen sind für ägyptische, amerikanische und ostindische Baumwollen verschieden. Für amerikanische lauten die Hauptklassen, mit der besten angefangen, wie folgt:

Fair; strict good middling; good middling; strict middling; middling; strict low middling; low middling; strict good ordinary; good ordinary; ordinary.

Wolle

Ein nicht minder wichtiger Rohstoff ist die Wolle. Die Forderungen, die an ein Wollgarn gestellt werden, sind noch mannigfaltiger als bei Baumwolle. Die Erzeugnisse der Wollindustrie sind eben verschiedenartiger Die Wollware macht nach dem Weben noch einen Ausrüstungsgang durch, der sich in unvergleichlich höherem Maße an die Eigenschaften der verschiedenen Wollen anlehnt. Man muß deshalb schon die Gewebe trennen.

Zunächst seien die Kammgarnstoffe behandelt und die Forderungen, die der Kammgarnweber an den zu verarbeitenden Rohstoff zu stellen hat. Soll ein Gewebe mit ausgesprochenem Muster in der Bindung hergestellt werden, so muß das Garn schlicht sein. Die Dehnung des Garnes muß (dies gilt für alle Wollstoffe) groß sein, denn von der elastischen Dehnung hängt das Knittern des Gewebes ab. Bei dünnen, stark glänzenden Stoffen, wie z. B. bei Lüster, muß schon das Garn den Glanz aufweisen. Stoffe, deren Bindung leicht verschleiert erscheinen soll, bedürfen eines Garnes, das weicher, weniger glänzend und etwas rauher ist als das für die oben genannten Waren. Soll der Stoff zwar die Bindung deutlich zeigen, aber der Faltenwurf besonders weich sein, so muß auch an das Garn die Forderung der Weichheit gestellt werden.

Die Garne für Strickerei und Wirkerei müssen, wie bei Baumwolle, so auch bei Wolle, die Biegungen der Maschen ohne großen Widerstand mitmachen. Das Garn muß verhältnismäßig weich sein. Je nachdem es die Mode oder der herzustellende Gegenstand verlangt, muß die Ware glatt sein oder sie muß ein Rauhen, d. h. die Erzeugung eines Pelzes auf der Ware zulassen. Um wirklich reine Effekte zu erzielen, muß das Garn verschiedenartig sein. Das Garn muß im Falle des Rauhens zunächst so gearbeitet sein, daß es dem Herauszupfen der Härchen keinen allzugroßen Widerstand entgegensetzt. Es muß sehr wenig gedreht sein. Ferner dürfen die Fasern nicht zu fein sein, da sonst beim Gebrauche die Härchen sich zusammenkräuseln.

Der Spinner hat bei Wolle die Möglichkeit in weit höherem Maße als bei der Baumwolle, den Wünschen der Weberei durch die Auswahl der Rohstoffe Rechnung zu tragen. Die Wolle als Spinnstoff ist derartig verschieden in Länge, Dicke und sonstiger Beschaffenheit, daß aus unterschiedlichen Wollen hergestellte Erzeugnisse ganz gegensätzliche Kennzeichen tragen können. Zur Erzeugung eines harten Garnes benötigt der Spinner eine grobe Wolle mit langen Fasern. Für stark glänzende Garne läßt sich nur Wolle verwenden, die selbst schon erheblichen Glanz aufweist. Weiche Garne verlangen eine Wolle von großer Feinheit.

Entsprechend den beträchtlichen Unterschieden in der Art der Wolle sind auch die im Handel üblichen Unterteilungen mannigfaltig. Gehandelt wird sie nach Klassen, die sich auf die Wollfeinheit beziehen. Außerdem werden auch noch die Kräuselbögen, die eine Eigenart der Wolle darstellen, mit berücksichtigt. Des weiteren ist von Einfluß der Glanz und die „Treue“. Unter Treue versteht man die gleichmäßige Dicke. Die Weichheit und Sanftheit wird als „Milde“ ausgedrückt. Als weitere Punkte im Handel von Rohwolle sind noch die Geschmeidigkeit, die Farbe, die Reinheit und die Natur des Wollschweißes in Betracht zu ziehen. Je nachdem, was für ein Garn hergestellt werden soll, kann die eine oder andre der oben genannten Eigenschaften vernachlässigt werden. Die Wollfasern teilt man nach dem Augenschein in Klassen ein. Mit guter Übereinstimmung kann man den verschiedenen Klassen die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Durchmesserwerte zugrunde legen.

In der Tuchweberei arbeitet man mit Streichgarnen. Im Gegensatz zu Kammgarnen sind diese noch mit allen kurzen Fasern und mit Unreinigkeiten behaftet. Beim Verarbeiten von Streichgarnen wird sich deshalb eine ganz andere Wirkung ergeben. Diese Wirkungen, die bei Kammgarnware fehlerhaft erscheinen würden, als Effekt herauszuarbeiten, ist die Aufgabe der Tuchherstellung. Entsprechend müssen auch die Forderungen sein, die die Tuchweberei an ihre Garne stellt. Tuche sind mit einem Flor bedeckt, sie sind gerauht. Die Bindung soll unter dieser Decke verschwinden. Hier hat die Ausrüstung einzusetzen. Um diese Beschaffenheit des Tuches zu erreichen, muß es zunächst gewalkt werden, d. h. die Fasern von Kette und Schuß werden miteinander verfilzt. Nach dem Walken werden die Tuche gerauht, verstrichen, geschoren, gepreßt usw. Für all diese Vorgänge muß das Garn geeignet sein. Der Weber hat also, um ein einwandfreies Tuch zu bekommen, an das Garn die Forderung zu stellen, daß es leicht verfilzt, ferner daß sich eine gewisse Anzahl von Härchen aus dem verfilzten Gewebe herausheben läßt.

Der Streichgarnspinner erfüllt die Forderung des Webers zunächst schon durch die Eigenart des Streichgarn-Spinnverfahrens. Beim Kammgarn-Spinnverfahren verfeinert man den Faden durch Verziehen von Lunten[1]). Dadurch wird gleichzeitig auch ein Parallellegen der Fasern erreicht. Beim Streichgarnverfahren verfeinert man den Faden durch Teilung eines Faserschleiers. In der Fadenachse richtet man die Fasern nur in ganz unbedeutendem Ausmaß auf der Krempel. Das Garn wird infolgedessen mit Fasern, die quer zur Fadenrichtung liegen, durchsetzt sein. Die Möglichkeit des Rauhens

[1]) Rundliche Bänder von Fasermassen.

Zahlentafel 2

Klasse	5 A	4 A	3 A	2 A	A	B	B_2	C	D	E	F
Faser-Durchm. $^1/_{1000}$ mm	15 bis 18	18 bis 20	20 bis 22	22 bis 24	24 bis 26	26 bis 28	28 bis 30	30 bis 36	36 bis 45	45 bis 60	60 bis 7[illegible]

hiermit gegeben. Die zweite Forderung, die des Verzens, kann der Spinner durch die Auswahl des Rohffes erfüllen. Bei dem Streichgarnverfahren würde bei rarbeitung grober Wollen das Garn rauh. Der Streichrnspinner hat also an seinen Rohstoff die Forderung ier hinreichenden Feinheit zu stellen. Welche Faserige sein Rohstoff hat, hängt von dem Preise ab und nn nicht ohne weiteres angegeben werden. Im allgeinen wird er kürzere Rohstoffe als der Kammgarninner verwenden.

Weitere Zweige der wolleverarbeitenden Industrie sind e Filzherstellung und die Teppichweberei. ß der Filzerzeuger in erster Linie die Forderung eines ten Filzvermögens an seinen Rohstoff stellen muß, berf keiner weiteren Erläuterung. Außerdem hat er aber nach dem Verwendungszweck des Filzes weitere Forrungen an seinen Werkstoff zu stellen. Der eine Filz ll wasserdicht sein, der andere soll stark saugfähig sein, n dritter muß weich und geschmeidig sein, wieder andere issen hart und fest sein. Je nach den Aufgaben, die das zeugnis zu erfüllen hat, muß auch die Eigenschaft des ohstoffes verschieden sein. Um einen wasserdichten Filz ı erzeugen, müssen sich die Fasern eng und dicht aneinıderlegen, ohne daß sich Kapillarwirkungen einstellen. ne solche Beschaffenheit wird sich nur erreichen lassen, enn sehr feinfaserige Wollen verwendet werden. Ein ilz mit guter Saugfähigkeit verlangt dann naturgemäß öbere Wollen. Ein weicher Filz wiederum erfordert inere Wollen, die jedoch eine große Elastizität nicht enthren dürfen. Zu harten, festen Filzen endlich benötigt an Wollen mittlerer Feinheit mit großer Verfilzungsmöghkeit und guter Faserlänge.

Die Teppichweberei verlangt von ihrem Rohstoff keine eschmeidigkeit, dafür aber Starrheit und Elastizität. Der eppichweber wird außerdem von seinem Garn verlangen, ß es aus langfaserigem Rohstoff besteht. Da der Flor s Teppichs häufig geschnitten ist, so würden, wenn ein ırzfaseriger Rohstoff verwendet ist, zu viele Fäserchen rausfallen. Der Teppich würde bald unansehnlich wern. Teppichgarne bestehen deshalb aus starker, glatter ıd langer Wolle.

Weitere Rohstoffe der Textilindustrie aus dem Pflannreiche sind der Flachs, der Hanf, die Jute und Ramie, rner Neuseeländer Flachs, Sisalhanf, Manilahanf u. ä., s dem Tierreiche die Haare der Ziegen, Kamele, Pferde ıd Kaninchen. Als Gespinstfasern des Mineralreiches mmen Glas, Metalle und Asbest in Frage.

Flachs

Der Leinenweber, der das Flachsgarn verarbeitet, hat h in seinen Ansprüchen an den Rohstoff nach dem eise der herzustellenden Waren zu richten. Vom feinstdigen Batist bis zum grobfädigen Hedeleinen (Leinen s Werggarn) sollen alle Gewebe das Leinenkennzeichen gen, dementsprechend sind auch die Garne außer in der inheit und der Gleichmäßigkeit, die aber nicht wegen r zu erreichenden Wirkung, sondern wegen des Preises rschieden ist, einander ähnlich. Für gute Leinengewebe aucht der Weber ein glattes, gleichmäßiges Garn. Auch der Nähzwirnherstellung ist die erste Forderung große eichmäßigkeit. Da Nähzwirn noch einmal gedreht wird d der Leinenfaden immer hart ist, muß, um eine schöne ındung zu erreichen, die Drehung entgegen den Forrungen bei der Herstellung von Baumwollnähzwirn geıger sein als für Webgarne.

Dem Spinner setzen sich, wenn er die an das Garn stellenden Forderungen erfüllen will, wesentlich größere hwierigkeiten entgegen. Die Flachsspinnerei kann, da r Rohstoff, obwohl er nur für gleichartige Zwecke verndet wird, doch außerordentlich verschieden ist, der ndarbeit nicht entbehren. Die Hechelei, wenigstens der zte Teil der Hechelei, ist Handarbeit. Hier erst kann n die Rohstoffe unterteilen; die Arbeit muß, da Büschel r Büschel zu ordnen ist, dem Arbeiter überlassen bleien. Der erste Arbeitsgang der weiteren Verarbeitung, s Anlegen der fertiggehechelten Büschel, ist wieder ndarbeit, die keine Gleichmäßigkeit gewährleistet. ohl sucht man diese Ungleichmäßigkeiten dadurch zu rbessern, daß man ein häufiges Verziehen und Wiederzusammenlegen anwendet, aber gröbere Fehler werden, zwar auf größere Längen verteilt, doch noch im Garn erscheinen; daher die Schwierigkeit, eine gute Gleichmäßigkeit zu erreichen. Aber nicht nur auf die Eigenart des Herstellungsvorganges hat der Spinner sein Augenmerk zu richten, er muß auch bei der Wahl des Rohstoffes auf der Hut sein. Der Flachs wird, um die Faser aus dem Stengel herausarbeiten zu können, einer Röste, d. h. einem biologischen Verfahren unterworfen, wobei er beträchtlich beschädigt werden kann. Eine gute Röste ist deshalb eine Hauptforderung, die der Spinner an seinen Rohstoff zu stellen hat.

Hanf

Der Hanf, eine gröbere und stärkere Faser als der Flachs, kann entsprechend diesen Eigenschaften nur zu gröberen Garnen verarbeitet werden. Vom Hanfgarn kann deshalb keine große Gleichmäßigkeit gefordert werden. Dagegen ist Hanfgarn äußerst fest. Entsprechend dieser Eigenschaft ist auch sein Verwendungszweck auf Textilerzeugnisse, die große Festigkeit haben müssen, ohne dabei feinfädig zu sein, beschränkt. In der Weberei wird Hanfgarn infolgedessen zu Segeltuchen, Schläuchen und Gurten gerne verwendet. Ferner spielt Hanf eine große Rolle bei der Herstellung von Netzen und Seilerwaren.

Jute

Die Juteweberei stellt heute im wesentlichen zwei Güten her, und zwar eine grobe, die als Packleinen, Sackgewebe und Unterlaggewebe für die Linoleumherstellung verwendet wird, und eine bessere Güte für Dekorationsstoffe. Entsprechend diesen Güten sind auch die Forderungen, die an das Garn zu stellen sind. Es handelt sich hier in erster Linie um die Gleichmäßigkeit. Ein weiterer Verwendungszweck für Jutegarn ist der zu Grundgewebefäden für Teppiche. Die Jutespinnerei erfüllt die Ansprüche durch Auswahl des Rohstoffes und hat infolgedessen an den Rohstoff die gleichen Forderungen zu stellen wie der Weber an das Garn.

Ramie

Ramie spielt heute in der Weberei keine große Rolle mehr. Das Garn ist stark glänzend und leicht gleichmäßig herzustellen. Es wird also verwendet werden, wenn diese Forderungen gegeben sind. In der Wirkerei wird es zu Effektfäden gerne gebraucht. Der hauptsächlichste Verwendungszweck für Ramie ist die Glühstrumpfherstellung. Der Glühstrumpf muß, um ein haltbares Ascheskelett zu geben, aus einem außerordentlich gleichmäßigen Garn hergestellt werden, das frei von schädlichem Aschegehalt ist. Die Forderungen, die die Glühstrumpffabrik an ihren Werkstoff zu stellen hat, ergeben sich daraus von selbst.

Die sonst noch gebräuchlichen Faserstoffe des Pflanzenreiches, die Blattfasern, werden in erster Linie zu Seilerwaren verarbeitet. Es ist dies der Neuseeländer Flachs, Sisalhanf, Manilahanf u. ä. Aus dem Verwendungszweck ergibt sich, daß die Festigkeit die Hauptrolle spielt. Außerdem ist noch die Beständigkeit und Haltbarkeit im Wasser und Seewasser wichtig.

Tierhaare

Die Verarbeitung der Haare von Ziegen, Kamelen und Kaninchen gehört mit zur Wollindustrie, und zwar teils zur Kammgarn- und Streichgarnverarbeitung, teils auch in die Filzherstellung. Die Haare der Ziegen sind verschieden in Länge, Feinheit und Glanz. Je nachdem werden auch die Ansprüche verschieden sein, die an das Garn gestellt werden. Die Kamelhaare, d. h. in erster Linie die Flaumhaare des Kamels, sind außerordentlich fein und weich. Verwendet werden Kamelhaare in der Deckenherstellung, meist naturfarben. Entsprechend dem Verwendungszweck sind auch die Forderungen, die an ein Kamelhaargarn gestellt werden: große Weichheit und die Möglichkeit des Rauhens, sowie gleichmäßige Farbe. Kaninchenhaare werden in der Filzherstellung, besonders für Hüte, verwendet. Als Spinnstoff ergeben sie, wenigstens die Haare der Angorakaninchen, ein Erzeugnis von außerordentlicher Schmiegsamkeit und

Weichheit, das aber den Nachteil hat, von Motten besonders bevorzugt zu werden. Auch scheint die Zucht der Angorakaninchen nicht lohnend zu sein.

Die Pferdehaare werden zu Wattierleinwand verarbeitet. Die Haare werden bei der Herstellung entweder einzeln in die Kette, die aus Baumwolle oder Leinen besteht, eingetragen oder sie werden mit einem Baumwollfaden umsponnen; so wird ein Garn erzeugt. Die Forderung, die an ein solches Gewebe gestellt wird, ist die einer großen Widerstandsfähigkeit gegen Knickungen. Erfüllt wird dies durch den Rohstoff selbst.

Gespinstfasern des Mineralreiches

Die Rohstoffe des Mineralreiches spielen vor allem in der Technik eine Rolle. Glas in der Industrie als Glaswolle für Isolierzwecke und als Filterstoff. Metalle in der Papierindustrie als Siebe. Asbest für Dichtungen und überall da, wo es sich um hitzebeständige und feuerfeste Stoffe handelt.

Die Metallsiebe müssen je nach Art des Verwendungszweckes grob oder fein sein. Erreicht wird dies durch Einstellung der Fadendichte und durch die Drahtdicke. Verlangt wird große Gleichmäßigkeit.

Asbestgarne als Rohstoff für die Weberei kommen für die verschiedensten Gegenstände in Betracht. Als Gewebe für Berufskleidung wird Asbestgewebe von den Arbeitern in Walzwerken, Gießereien, Pulverfabriken usw. benutzt, weil die Asbestgewebe vor Hitze, Säuren, Spritzern flüssiger Metalle u. ä. schützen. Zuckerfabriken verwenden Asbestgewebe für Filter- und Preßtücher. Aus dem Gewebe des Asbestes stellt man Theaterdekorationen und Theatervorhänge her. Asbestgewebe, verarbeitet zu sackartigen Gebilden mit Asbestfüllung, verwendet man als Isoliermittel bei Schiffsdampfkesseln u. ä. Außerdem werden Asbestgarne noch zu Rund- oder Vierkantgeflechten verarbeitet, die je nach Verwendungszweck mit Talkum, Kieselgur, Kork usw. gefüllt werden, gegebenenfalls mit Öl oder Fett getränkt.

Die Verschiedenartigkeit der Verwendung bedingt natürlich auch verschiedene Forderungen. Für Kleidungsstücke z. B. kommt eine solche Feuerfestigkeit, wie sie für Isolierstoffe bei Dampfkesseln in Frage kommt, nicht in Betracht. Für Theaterdekorationen wiederum muß auf das Aussehen des Gewebes einiger Wert gelegt werden. Der Spinner hat bei Asbestgespinsten diese Forderungen ebenfalls zu berücksichtigen. Da jedoch Asbest sehr verschiedener Natur in bezug auf Faserfestigkeit und Feuerfestigkeit sowie auf Faserlänge ist, muß sich der Spinner zunächst klar sein über die Forderungen, die er an seinen Rohstoff zu stellen hat. Blauasbest z. B. läßt sich leichter verspinnen als Serpentinasbest, da seine Faser gröber und länger ist; er hat aber den Nachteil, daß er bei Erhitzung stark an Festigkeit verliert und bei wiederholter Erhitzung allmählich zu Pulver zerfällt. Er kommt also überall da, wo es sich um eine höhere Erhitzung handelt, überhaupt nicht in Frage. Der Weißasbest setzt dem Verspinnen mehr Schwierigkeiten entgegen. Um diese zu vermindern, wird dem Asbest mitunter ein pflanzlicher Rohstoff beigesetzt, oder der Asbest wird um einen Textilfaden oder einen dünnen Metalldraht gesponnen. Dies geschieht, um die Zugfestigkeit zu erhöhen. Mit diesen Mitteln hat es der Spinner in der Hand, je nachdem die Forderung einer großen Feuerfestigkeit, einer großen Zugfestigkeit oder einer verhältnismäßigen Gleichmäßigkeit zu erfüllen.

Im vorliegenden sind die Werkstoffe behandelt, deren Rohstoffe aus Fasern bestehen, deren Länge in bezug auf die Länge des Garnes verhältnismäßig klein ist. Deshalb mußte jeweils zwischen Faser und Garn unterschieden werden. Auch die Untersuchungsverfahren der Eigenschaften sind in dieser Richtung geteilt. Das Garn als wenigstens einigermaßen homogener Körper ist leichter einwandfrei zu prüfen als der Rohstoff. Infolgedessen hat sich auch die Prüfung der Garne in der Industrie Eingang verschafft. Der Rohstoff mit seiner Vielgestaltigkeit und seiner außerordentlichen Feinheit setzt der wissenschaftlichen Prüfung erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Die Praxis hilft sich durch Beurteilung nach Gefühl und Augenschein. Brauchbare Verfahren zu schaffen, die die verschiedenen Eig[...]schaften des Rohstoffes rasch und sicher bestimmen u[...] damit auch die Forderung der Textilindustrie an di[...] Rohstoffe genau festsetzen lassen, ist ein erstrebe[...] wertes Ziel wissenschaftlicher Forschungsarbeit.

Seide

Die Seide nimmt in mehrfacher Hinsicht eine Sond[...] stellung unter den Textilien ein. Einmal ist der Auf[...] des Seidenfadens ein ganz andrer wie der der übrig[...] natürlichen Textilfäden. Er besteht nicht aus den [...] zähligen zu einem Ganzen verarbeiteten Einzelfase[...] sondern er wird aus einer meßbaren Anzahl von ber[...] natürlich gebotenen Fäden, den Kokonfäden, gebil[...] Ferner weist die Seide fast alle Eigenschaften auf, [...] von einem Textilwerkstoff gefordert werden, ganz [...] besonderen aber die Festigkeit in besonders hohem Ma[...] wobei sie sich durch ihren natürlichen Glanz und [...] ihr eigenen Griff noch besonders über die andern R[...] stoffe erhebt.

Diese Umstände sind bestimmend für die Verar[...] tung und Verwendung der Seide und der aus ihr [...] fertigten Gebilde. Nach der Art des Fadenaufbaues f[...] die weitgehende Unterteilung, wie sie von den and[...] Textilien nach Mischung der Fasern, ihrer Drahtgeb[...] usw. beschrieben wurde, und die schließlich in dem V[...] hältnis der Fadenfeinheit zu der Festigkeit gipfelt, [...] den Seidenfaden weg. Daraus ergibt sich, daß hier [...] ziemlich genau festgelegte Fadengestaltung für einen [...] stimmten Verwendungszweck bestehen muß. Zu [...] merken ist, daß das, was mit den erwähnten üblichen H[...] stellverfahren des Fadens in diesem Falle also nicht a[...] führbar ist, bei der Seide durch ihr eigenes Verfah[...] wenigstens zum Teil erreicht wird. Neben dem Hand[...] vorteil des Verfahrens gibt man der Seide z. B. mit [...] Verfahren der Beschwerung eine höhere Fülligkeit, [...] ungefähr das, was bei andern Textilien durch Verwend[...] dicker Fäden erreicht wird. Geschmeidigkeit des Stof[...] die sonst durch losee Drehung hervorgebracht wird, w[...] bei der Seide durch eine besondere Behandlung des Kok[...] fadens, das Assouplieren[2]), erreicht.

Die ausgezeichneten Eigenschaften der Seide sind [...] sofern bestimmend für ihre Verarbeitung und Verw[...] dung, als Glanz und Griff ihr einen derartigen W[...] verleihen, daß sie fast ausschließlich zu feinsten Stof[...] zu Luxusstoffen, verarbeitet wird. Ihre hohe Festigk[...] indes gewährt die Möglichkeit, Gebilde höchster [...] lastungsbeanspruchung aus ihr zu verfertigen. Neben[...] finden wir für die Seide infolge dieses natürlichen Wi[...] standes gegen Reißbeanspruchung und des Vermög[...] unter der Reißwirkung ihren Zusammenhang zu wah[...] eine ausgesprochene Abfallindustrie, ein Umstand, [...] der Seide einen weiteren Wert verleiht. Florettegespin[...] nach dem Verfahren der Kammgarnspinnerei hergest[...] finden bei der Mannigfaltigkeit ihres Gebrauches im[...] ausgedehntere Verbreitung, während die Bourre[...] gespinste, nach dem Streichgarnverfahren erzeugt, [...] Ersatz der Florette hauptsächlich als Einschlag für [...] billigeren Gegenstände verwendet werden.

Unstreitig liegt das Hauptgewicht der Forderun[...] der Vorarbeiten dort, wo der Kokonfaden entsteht, in [...] Raupenzüchterei. Nach dem über den Aufbau des Sei[...] fadens und das sich daraus Ergebende Mitgeteilten müs[...] im Kokonfaden bereits alle erforderlichen Eigenscha[...] vorhanden sein. In der sorgfältigen Aufzucht bis [...] Kokon und endlich in dem Auslesen der Kokons liegt [...] das Haupterfordernis für einwandfreie Seide. Die [...] Güte der Seide läßt sich schon an der äußeren F[...] der Kokons erkennen; sie sind abgerundet, die Spi[...] treten nicht hervor, die Mitte ist nur wenig verengt, [...] matte Oberfläche ist gleichmäßig körnig. Diesem [...] malen Kokon stehen Doppel- oder Vielkokons gegenü[...] die mehrere Raupen herstellen; ferner sind auszusuc[...] offene Kokons, durchscheinende, zusammengeschnü[...] verkalkte und schließlich die, deren Struktur infolge [...] rungen beim Spinnvorgang fehlerhaft ist, was allerdi[...] erst bei der Weiterverarbeitung wahrgenommen wir[...]

[2]) Weichmachen in einem lauwarmen Seifenbad.

Die Kokons werden, mehrere zusammengenommen, gehaspelt, wobei zu bemerken ist, daß die vorbereiten- Arbeiten in möglichst kurzer Zeit vollzogen werden len, da die guten Eigenschaften der Fasern durch haltendes Einweichen der Kokons erfahrungsgemäß lorengehen; der gewonnene Faden wird für die mei- n Verwendungszwecke umgehaspelt, um die beim konhaspeln unvermeidlich entstehenden Ungleichmäßig- iten, Knoten, abgebrochenen Fadenenden und sonstige hler zu beseitigen. Die Rohgrège (ungezwirnte Roh- de) findet nur beschränkte Verwendung für Phantasie- ikel und Posamenten. Für die meisten Verwendungs- en muß sie gereinigt und webfähig gemacht, der ver- ltnismäßig dünne Rohseidenfaden umfangreicher und r die weitere Verarbeitung geeigneter gestaltet werden. rch das Mulinieren werden mehrere Grègefäden ver- igt und die Grège gereinigt.

Die gewöhnlichen, für die Weberei bestimmten Ge- nste nennt man Ouvrées[3]). Für manche Verwendungs- en, wie Stickerei, Wirkerei, Spitzenherstellung usw., ß der Faden eine sehr beträchtliche Dicke, Zwirnung d Stärke aufweisen. Die stark gezwirnten Gespinste rden Retorseseiden genannt; zu ihnen gehört z. B. die hseide, die gewöhnlich aus weniger sauberen Grègen rgestellt wird. Die Art und Stärke der Zwirnung so- e die Anzahl der zusammengezwirnten Fäden sind je ch der Bestimmung des Gespinstes verschieden; der webebindung entsprechend werden für Taft die iden stärker muliniert als für Atlas, für Köper liegt r Zwirnungsgrad zwischen diesen beiden. Die Zwir- ng hängt auch im wesentlichen von der Rohseide ab d ist im allgemeinen um so schärfer, je feiner der den ist. Nach solchen Gesichtspunkten verschieden tstehen, den Anforderungen an den Faden entsprechend, r Schußfaden Trame, der durch seine geringe Drehung n allen Seidengespinsten am meisten Glanz hat, weich d glatt ist und durch seine Dicke dem Gewebe Fülle und ckkraft verleiht; ferner der die Kette bildende feste Or- nsin, die Crêpe de Chine, die Plattseide für Stickerei, weniger gezwirnte weichere und dickere Strickseide d viele andre Arten.

Für die Anforderungen nun, die an die Seidenstoffe solche besonderen Wertes gestellt werden, sind die rschiedenheiten in der Fadengestaltung nicht aus- chend. Neben guter Festigkeit und Dehnbarkeit, die erstes Erfordernis hoher Güte bei Seide von Natur s in hohem Grade vorhanden sind, wird Geschmeidig- it des Stoffes gefordert. Man muß daher den Seiden- len assouplieren: der Bast wird nur teilweise entfernt, n erhält die halbgekochte Seide mit erhöhtem Volumen. e Fülle des Gewebes erreicht man noch durch das Be- weren, d. h. ein Tränken mit Gerbstoffen, Metallsalzen ä. Der Nachteil, der diesem Verfahren anhaftet, ist länglich bekannt, und zweifellos ist d a s Beschwerungs- rfahren als das beste anzusehen, das seiner chemischen tur nach auf die Seide am wenigsten nachteilig wirkt d den Faden dabei am vollsten macht. Der hohe Glanz r Seide, der ein Hauptpunkt ihres Wertes ist, wird rch das Entbasten hervorgebracht. Der Griff der Seide, r bei ihrer chemischen Verarbeitung natürlich leidet, rd durch das Avivieren[4]) wiederhergestellt, erhöht oder nach dem Bedürfnis gestaltet. Wegen der schlechten ärmeleitfähigkeit stellt man Unterkleidung aus Seide r, ferner verwendet man sie infolge ihrer geringen elek- schen Leitfähigkeit als Isolierstoff.

Kunstseide

Die Kunstseide ist ein künstlicher Werkstoff der xtilindustrie mit Eigenschaften ähnlich denen der Seide. ese absichtlich gewählte kurze Kennzeichnung der nstseide mag von vornherein die Zwiespältigkeit be- ichnen in der Beantwortung der Frage, was von ihr fordert werden kann. Ein künstliches Erzeugnis — weckt noch heute bei dem Nichteingeweihten berech- tes Staunen, daß jener feine Faden, dessen Einzelfaden t der Feinheit des Naturseidenfadens in Wettbewerb ten kann, ja ihn wohl auch überbietet, zum überwiegenden Teil aus unsern Bäumen hergestellt wird. Ähnlichkeit mit der Naturseide hat die Kunstseide in erster Linie durch ihre Entstehung, indem auch sie eine Vielheit von Fäden darstellt, die aus zähflüssiger Masse nach dem Durchgang durch eine kapillare Öffnung, die Spinndüse, geformt und erstarrt sind. Man hat also auch hier wieder als Fadenelement bereits einen Faden, und zwar von theoretisch unendlicher Länge. Anschließend an die Ähnlichkeit der Entstehung ähnelt z. B. auch der Fadenfeinbau der Kunstseide dem der Naturseide; besonders ein ihr eigener Glanz gibt der Kunstseide das Kennzeichen der Seide.

Bei der Verarbeitung und Verwendung der Kunstseide wird man sie in den Verwendungsbereich der Naturseide einreihen wollen und muß doch den Mängeln, die sie als Kunsterzeugnis noch an sich hat, Rechnung tragen. Der Kunstseide fehlen vornehmlich gute Dehnungseigenschaften. Sie hat eine mäßige Gesamtdehnung, eine sehr geringe elastische Dehnung. Die Festigkeit, die an sich nichts zu wünschen übrig läßt, geht bei den meisten Kunstseiden auf die Hälfte ihres Wertes herunter, wenn sie feucht werden. Die Kunstseide längt sich in den Fäden, sie knittert auch. Alles Eigenschaften, die man im Lauf der Zeit verbessern muß, sollen die Forderungen an die Kunstseide als an einen Werkstoff, den man infolge andrerseits vorhandener Eigenschaften für hochwertige Erzeugnisse verwendet, in jeder Weise erfüllt werden. Dabei steht man genau wie bei der Seide vor der Tatsache, daß man an die bereits mehr oder weniger guten Eigenschaften des Elementarfadens gebunden ist, und hat für Kunstseide noch nicht so ausprägte Veredlungsverfahren wie bei der Seide.

Der Rohstoff für die Kunstseide ist neben der zum geringeren Teil verwandten Baumwolle Holzzellstoff. Die Beschaffenheit des Holzzellstoffes ist bereits maßgebend für den späteren Faden, wenn auch im chemischen Verfahren noch Ausgleiche geschaffen werden können. Die für die weitere Verarbeitung der Rohstoffe verwandten Chemikalien und die vielen Zwischenerzeugnisse bedürfen dauernder Nachprüfung, damit sie den Anforderungen entsprechen, um schließlich die zähflüssige Spinnmasse in wünschenswertem Zustand herzustellen.

Von der Spinnmasse und dem Fällbad, in dem der Faden erstarrt, hängt alles ab. Daher werden beide eingehend untersucht und geprüft. Die Beständigkeit der Spinnmasse ist von so vielerlei Punkten, wie Konzentration, Temperaturen usw., abhängig, daß man, um in dieser Hinsicht Zufälligkeiten auszugleichen, meist mehrere Einsätze miteinander vermischt. Dann muß die Spinnlösung als ein homogenes Gebilde von verlangter chemischer Zusammensetzung, von Fremdkörpern frei, im richtigen Zähigkeitszustand bei der angegebenen Temperatur durch die Spinndüse gepreßt werden, die ihr die Fadenform verleiht. Das Fällbad, das den Faden zum Erstarren bringt, muß ihm in Zusammensetzung, Konzentration, Temperatur usw. angepaßt sein. — Nach der chemischen und textilen Bearbeitung liegt der Faden in Strangform vor.

Als Merkmal für seine Entstehungsgeschichte ist dem Faden seine äußere Form aufgeprägt. Der Fadenquerschnitt ist das Entscheidende und hängt dabei, wie man wohl annehmen möchte, nicht so sehr von der Gestaltung der Düsen ab, als vielmehr von dem Umstand, wie Spinnlösung und Erstarrungsbad zusammentreffen. Bei der Ausgestaltung des Querschnittes könnte man annehmen, daß ein kreisförmiger angestrebt werden sollte; dies ist so allgemein aber nicht der Fall, und beim Viskosefaden z. B. wird nach Erfahrungen vielmehr die Gestalt ähnlich dem Querschnitt einer Bohne als grundlegend angestrebt, dieser dabei mehr gekrümmt und die Ränder nicht glatt, sondern eingebuchtet und ausgelappt. Der Querschnitt ist deshalb so wesentlich, weil mit seiner Verschiedenheit allein alle optischen Wahrnehmungen, wie Glanz und Tiefe des Farbtones, verschieden ausfallen.

Ergänzend zu den Eigenschaften der Kunstseide sei aber an der Hand von Mängeln, die bei der Kunstseide auftreten und deren Beseitigung man dringend fordern muß, noch einiges erwähnt. Der Faden muß vollständig ge-

[3]) Geöffnete, lose Garne.
[4]) Wiederbeleben, d. h. den krispen, krachenden Griff wiederstellen.

ronnen sein, er muß vollkommen ausgewaschen sein und darf sich nicht nachträglich zersetzen. Die sehr unliebsame Erscheinung des Platzens von Einzelfäden, Flusigkeit genannt, wodurch man Faserendchen wahrnimmt, setzt die Güte der Kunstseide stark herab. Griff, Stärke des Glanzes und Farbstich der gebleichten Ware sind weitere Punkte, die die Güte ausmachen.

Bei der Verarbeitung der Kunstseide zu Gebilden trägt man ihren Eigenschaften nach Möglichkeit Rechnung. Im Gewebe wird sie meist mit Baumwollkette, die die Beanspruchung des Webvorganges besser aushält, als effektgebender Schuß verarbeitet. Als Kette benutzt man Kunstseide immer mehr. In ausgedehntem Maße wird sie in der Wirkerei verwendet; hat man doch gerade im Gewirke ein an sich infolge der Eigenart der Fadenverschlingung dehnbares Gebilde, wodurch die geringere Eigendehnbarkeit des Fadens ausgeglichen wird. Dan aber gibt es heute kaum mehr ein Gebiet der Te industrie, wo die Kunstseide nicht bereits Eingang funden hätte. Außer ihrer Verwendung für die Be dung eignet sie sich ihres hohen Glanzes wegen her ragend für die Posamenterie; man findet sie in Bes nungsstoffen, in Möbelbezügen, ja sogar im Teppich als Reisedecke, Verwendungen, die beweisen, daß es lungen ist, die Kunstseide mehr oder weniger wohl Anforderungen gerecht zu machen.

Die Prüfung der Seide und Kunstseide gestaltet einfacher als die der übrigen Textilien.

Für Seide und Kunstseide genügt die Garnprüf da das Seidengarn einen Zusammenschluß von na licherseits bereits als homogen gegebenen Einzelf darstellt. [B 31

Neuere Ergebnisse der Arbeitsphysiologie

Wenn auch die Entwicklung der Technik dahin geht, menschliche Arbeitskraft durch Maschinen zu ersetzen, das heißt an Stelle der dynamischen[1]) Muskelarbeit die Maschine oder doch wenigstens nur statische menschliche Arbeit zu setzen, so kann man dennoch der Rationalisierung mittelschwerer und schwerer körperlicher Arbeit nach wie vor große Bedeutung beimessen, da bei vielen wirtschaftlichen Betätigungen, z. B. in der Landwirtschaft, im Bergbau und Hüttenwesen, beim Bauhandwerk und ganz besonders auch beim Transportwesen, menschliche Arbeitskraft noch in sehr hohem Maße verwendet wird. Aus diesem Grunde sind auch die Untersuchungen sehr zu begrüßen, die Prof. E. Atzler im Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie zu Berlin ausgeführt und unter dem Titel „Fortbewegung von Lasten durch menschliche Arbeitskraft" im Aprilheft von „Technik und Wirtschaft"[2]) veröffentlicht hat. Sie erstrecken sich auf das unbelastete Gehen sowie auf das Ziehen und Schieben von Wagen.

Da das unbelastete Gehen auch grundlegende Bedeutung für die Ergebnisse beim Ziehen und Schieben von Wagen hat, seien die von Atzler hierfür gewonnenen Ergebnisse ausführlich in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Energieverbrauch bei unbelastetem Gehen

Versuchsreihe	Zahl der Schritte in 1 min	Schrittlänge cm	Geschwindigkeit m/min	Energieverbrauch kcal/Schritt	Energieverbrauch kcal/m
I	50	46,0	23,00	0,022	0,049
	50	59,9	29,94	0,032	0,053
	50	75,0	37,49	0,045	0,060
	50	90,0	45,00	0,062	0,069
II	75	45,0	33,71	0,017	0,037
	75	59,4	44,51	0,022	0,036
	75	75,3	56,45	0,030	0,041
	75	90,1	67,24	0,045	0,050
III	100	44,9	44,90	0,017	0,037
	100	60,7	60,70	0,022	0,036
	100	75,2	75,20	0,029	0,039
	100	89,6	89,60	0,041	0,045
IV	130	44,7	58,14	0,019	0,042
	130	60,2	78,26	0,025	0,042
	130	76,4	97,73	0,032	0,043
	130	89,1	115,82	0,043	0,048
V	150	45,0	67,46	0,023	0,052
	150	60,2	90,76	0,031	0,051
	150	75,7	113,55	0,039	0,052
	150	89,9	134,78	0,052	0,058

Der Energieverbrauch wächst mit zunehmender Schrittlänge, und zwar nicht verhältnisgleich, sondern um so rascher, je größer die Schrittlänge wird. Die Wirtschaftlichkeit des Gehens hängt aber auch von der Schrittzahl in der Zeiteinheit ab. Durch graphische Auswertung der Ergebnisse in Zahlentafel 1 kommt man zu einer stigsten Schrittzahl von 90 in 1 min und zu einer stigsten Schrittlänge von 58,7 cm. Der französische siologe Magne ist bemerkenswerterweise bei seiner suchsperson zu einer günstigsten Schrittzahl von 87, 1 min gekommen, was sich also dem deutschen Best sehr stark nähert[3]).

Bei den Versuchen über das Ziehen von Wa wurden die Schritte in der Minute, die Schrittlänge, Geschwindigkeit und der Energieverbrauch gemessen. Untersuchungen waren weiter eingeteilt nach der Höhe Handgriffes. Der Wirkungsgrad wurde wie üblich rechnet, indem man die in Wärmeeinheiten ausgedrü äußere Arbeit durch den Energieaufwand für die betreff Arbeitsleistung teilte. Danach wurde die Zugarbeit 90 bis 100 Schritten in 1 min unter dem geringsten Ene aufwand verrichtet. Je stärker die Belastung ist, um mehr muß man sich an diese günstigste Schrittzahl ha Die günstigste Höhe des Handgriffs über dem Erdb ergab sich zu 1 m. Schon eine Abweichung um 15 cm diesem Wert nach oben oder unten genügte, um den kungsgrad bei einer mittleren Belastung um 14 bis 1 zu verschlechtern.

Bei einem Vergleich der Wirtschaftlichkeit des be seitigen Schulterzuges mit dem Ziehen am Handgriff ka günstigere Werte für den Schulterzug heraus, s. Zal tafel 2. Zu beachten ist, daß Zugarbeit nur dann einem guten Wirkungsgrad geleistet werden kann, sich das Ziehen auf einer günstigen Leerbewegung auf

Beim Schieben von Wagen muß der Karren 75 bis 125 cm über dem Boden angebracht werden. günstigste Bereich ist mithin wesentlich größer als fü Handgriffhöhe bei der Zugarbeit. Dem Schieben ist ü haupt vor dem Ziehen der Vorzug zu geben. In Zal tafel 2 sind die absolut günstigsten Ergebnisse miteina verglichen, die beim Ziehen am Handgriff, beim Zi durch beiderseitigen Schulterzug und beim Schieben erh wurden.

Zahlentafel 2
Günstigste Werte für die Fortbewegu von Handwagen

Gewicht	Energieverbrauch		
	Ziehen Handgriffhöhe 100 cm	Schulterzug beiderseits	Schieber Handgriffh 75 cm
kg	kcal/mkg	kcal/mkg	kcal/mkg
10,27	0,010 67	0,010 36	0,009 16
11,64	0,010 21	0,010 07	0,009 04
13,56	0,009 76	0,009 65	0,008 72
16,06	0,009 90	0,009 56	0,008 96

Wenn auch alle diese Ergebnisse, genau genommen, für die von Atzler verwandte Versuchsperson gelten, ist doch zu beachten, daß einmal die Größe einiger gün ster Bereiche ihnen auch für einen größeren Kreis von sonen Gültigkeit verschafft, und daß sich weiterhin ihnen sehr wohl auch Regeln allgemeiner Bedeutung leiten lassen. [N 457] Dr. I

[1]) Dynamische Arbeit sei äußere Arbeit eines Muskels im Sinne der Mechanik, statische Arbeit die Arbeit, bei der ein Muskel dauernd angespannt bleibt.

[2]) Bd. 20 (1927) S. 89.

[3]) In der Schrittlänge weichen die günstigsten Werte erhe voneinander ab. Die Schrittlänge ist aber auch in erster Linie vo anatomischen Beschaffenheit der Versuchsperson abhängig.

Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen für kleine Leistungen

Von V. Fischer, Frankfurt a. M.

Berechnung des Vorganges bei Trennung der Luft unter Druck — Bauliche Ausbildung der Drucksauerstoff-Anlage — Verwendung eines Stickstoffmotors und Arbeitsweise des Gegenstrom-Vorkühlers — Kraftverbrauch der Drucksauerstoff-Anlage — Beschreibung von Druckstickstoff-Anlagen

Bei den üblichen Sauerstoffanlagen wird der Sauerstoff nach der Trennung von der Luft unter rd. 0,3 at Überdruck gewonnen. Der Sauerstoff wird einen Gasbehälter geleitet, aus diesem mittels eines ıistufigen Kompressors abgesaugt und unter 150 at in hlflaschen gefüllt.

Wo man Sauerstoff zum Selbstverbrauch herstellen l, werden bei kleinen Anlagen die Kosten der Anschafıg und Bedienung im Verhältnis zur erzeugten Menge hoch. Eine wesentliche Vereinfachung erzielt man lurch, daß man den Sauerstoff unter einem Überdruck ı 5 bis 8 at herstellt, bei dem man ihn unmittelbar für üblichen Schweiß- und Schneidarbeiten verwenden ın. Dann entfällt der Gasbehälter, der Abfüllkomıssor und der Flaschenpark, und der Fortfall dieser ile vereinfacht auch die Bedienung. Solche Druckıerstoffanlagen[1]) hat die Frankfurter Maschinenbau-G. vorm. Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M., durchıildet und erprobt.

Abb. 2
Drucksauerstoff-Anlage für eine Leistung von 5 m³/h

Rechnerische Grundlagen.

Sind Druck und Temperatur eines Flüssigkeitsmpfgemisches, das aus Stickstoff und Sauerstoff beht, gegeben, so gelten für die Berechnung der Konzentionen folgende Näherungsgleichungen[2]):

$$z_{o\sigma} = \frac{10^{x_n} T_s^{-2,404} - p}{10^{x_n} T_s^{-2,404} - 10^{x_o} T_s^{-1,911}} \quad . . . . (1),$$

$$z_{\omega s} = \frac{10^{x_o} T_s^{-1,911}}{p} z_{o\sigma} \quad . . . . (2),$$

$$x_n = -\frac{398,555}{T_s} + 9,688 \quad . . . . (3),$$

$$x_o = -\frac{371,008}{T_s} + 8,010 \quad . . . . (4).$$

[1]) DRP-Anmeldung F 57 645.

[2]) Vergl. V. Fischer, Die Spannungsgleichungen von mehrfigen Flüssigkeits-Dampfgemischen und ihre Anwendung auf Luft, echn. Phys. Bd. 5 (1924) S. 458. Eine genauere Gleichung unter Berückıtigung der Mischungswärmen s. V. Fischer, Beiträge zur Thermoıamik veränderlicher Massen nebst Anwendungen, Z. techn. Phys. 7 (1926) S. 527; ich habe hier auch gezeigt, daß die Näherungsichungen für praktische Fälle genügen.

Abb. 1
Isobaren eines Sauerstoff-Stickstoff-Gemisches

In diesen Gleichungen bedeuten:

T_s die absolute Siedetemperatur des Gemisches,
p_s den Sättigungsdruck des Gemisches in at,
$z_{o\sigma}$ die Konzentration des Sauerstoffes in der Flüssigkeit,
$z_{\omega s}$ die Konzentration des Sauerstoffes im Dampf.

Für die Konzentrationen in vH bestehen die Beziehungen

$$v_o = 100\, z_{o\sigma} \quad . . . . (5),$$

$$v_\omega = 100\, z_{\omega s} \quad . . . . (6).$$

Dabei bedeuten:

v_ω die Raumteile an Sauerstoff im Dampf,
v_o die Raumteile an Sauerstoff in der verdampften Flüssigkeit.

v_ω und v_o können unter Benutzung einer Hempel-Pipette in bekannter Weise aus Proben bestimmt werden, die dem Trennungsapparat zu entnehmen sind.

Zur Darstellung des Vorganges bei der Trennung muß man jedoch statt der Raumteile die Gewichtsteile kennen. Diese ergeben sich in vH aus den Raumteilen mittels

$$o_o = 100 \frac{8\, z_{o\sigma}}{z_{o\sigma} + 7} \quad . . . . (7)$$

$$o_\omega = 100 \frac{8\, z_{\omega s}}{z_{\omega s} + 7} \quad . . . . (8),$$

worin bedeuten:

o_σ die Gewichtsteile des Sauerstoffes in der Flüssigkeit,
o_ω die Gewichtsteile des Sauerstoffes im Dampf.

Unter Zuhilfenahme der Versuchswerte von Kuenen, Verschoyle und van Urk[3]) kann man die Druck-Konzentrations-Diagramme der Stickstoff-Sauerstoff-Gemische für das ganze Sättigungsgebiet bis zur kritischen Linie entwerfen. In Abb. 1 sind die Isobaren für 1 at und 5 at auf Grund von Gl. (1) bis (8) aufgezeichnet. Die Isobare für 5 at eignet sich daher unmittelbar zur Darstellung des

[3]) Vergl. J. P. Kuenen, T. Verschoyle and A. Th. van Urk: Isotherms of di-atomic substances and their binary mixtures, Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden Nr. 161.

Abb. 3
Laugenturm mit Laugenpumpe

Abb. 4
Dreistufiger Luftkompressor

Vorganges bei der Trennung der Luft unter einem Druck von 5 at. Im übrigen bestimmt man die Wärmegleichungen in der bekannten Weise[4]).

Bauart der Drucksauerstoff-Anlagen

Die Anlage, Abb. 2, besteht aus dem Laugenturm mit Laugenpumpe zur Entfernung der Kohlensäure aus der Luft, dem Luftkompressor, der Trockenbatterie zur Entfernung der Feuchtigkeit aus der Luft, dem Luftverflüssigungs- und Trennungsapparat und den Vorratkesseln, aus denen der Sauerstoff entnommen und durch Leitungen unmittelbar zu den Verbrauchstellen geführt wird.

Der Laugenturm, Abb. 3, besteht aus einem Blechbehälter mit Rost, auf dem eine Koksschicht oder Blechringfüllung lagert. Eine Pumpe besorgt den Kreislauf der Lauge im Behälter. Zweck der Lauge ist das Auswaschen von Kohlensäure aus der vom Kompressor angesaugten atmosphärischen Luft, die durch den Laugenturm von unten nach oben strömt, während die Lauge ihr entgegen abwärts rieselt.

Der Luftkompressor, Abb. 4, wird bei Anlagen von kleiner Leistung mit Rücksicht auf die notwendige Einfachheit dreistufig ausgeführt. Dies ist zulässig, da nur während der verhältnismäßig kurzen Anfahrzeit ein Verdichtungsdruck von 200 at nötig ist, während der gewöhnliche Betriebsdruck 50 bis 60 at beträgt. Die drei Stufen des Kompressorzylinders sind einfachwirkend und hintereinander angeordnet. Obgleich in den drei Stufen gleichzeitig Verdichtung stattfindet, wird bei der Kleinheit der Durchmesser die Kolbenkraft nicht zu groß. Die Anordnung hat den Vorteil, daß am Hubende kein Druckwechsel auftritt.

Zur Berechnung der Kolbenkräfte und der Zylinderdurchmesser verfährt man wie folgt: Es sei

$$\frac{1\,000\,000\,Q}{60\,n\,h\,\eta} = a \quad \ldots \ldots \ldots \quad (9).$$

Darin bedeuten
- Q die angesaugte Luftmenge in m³/h,
- n die Drehzahl in der Minute,
- h den Kolbenhub in cm,
- η den Liefergrad des Kompressors.

Sind ferner
- D_1, D_2, D_3 die Durchmesser des Nieder-, Mittel- und Hochdruckzylinders in cm,
- p, p_2, p_3 die Enddrücke im Nieder-, Mittel- und Hochdruckzylinder in at,

dann ist die Kolbenkraft beim Verdichten

$$P_v = 3\,a\,p - \frac{D_1^2\,\pi}{4} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

und beim Ansaugen

$$P_a = 3\,a - \frac{D_1^2\,\pi}{4} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

Für die Berechnung der Zylinderdurchmesser gelten

$$D_3^2\,\frac{\pi}{4} = a\,\frac{1}{p_2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

$$D_2^2\,\frac{\pi}{4} = a\,\frac{1+p}{p_2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 3)$$

$$D_1^2\,\frac{\pi}{4} = a\,\frac{1+p+p_2}{p_2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 4)$$

Die Luftmenge Q, die man zur Erzeugung von o m³ Sa[uer]stoff braucht, folgt aus

$$Q = o\,\frac{\omega - \Omega}{21 - \omega} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 5)$$

Dabei bedeuten:
- ω die Raumteile an Sauerstoff im gewonnenen Sa[uer]stoff in vH,
- Ω die Raumteile an Sauerstoff im abziehenden Sti[ck]stoff in vH.

Ueber die bauliche Ausführung des Kompressors [se]i noch bemerkt, daß dem Zylinder zur Entlastung ein Kr[eu]zkopf vorgebaut ist. Die drei Kühlschlangen sind in ei[ne]m hohlen Sockel untergebracht, der mit dem Zylinder [au]s einem Stück gegossen ist. Zur Luftsteuerung dienen [die] Zentralventile der Frankfurter Maschinenbau-A.-G., [in] denen sich Saug- und Druckventil im selben Gehäuse [be]finden.

Abb. 5
Trockenflasche

[4]) Vergl. V. Fischer, Berechnung der Luftverflüssigungs- und Trennungsapparate, Z. Bd. 68 (1924) S. 647.

Abb. 6
Drucksauerstoff-Anlage

T Trennungsapparat
S Stickstoffmotor
G Gegenstrom-Vorkühler
A Auftaugefäß
B Schalttafel
e_1 bis e_4 Ventile
f Regelventil
i Gasmesser

Abb. 8
Druckstickstoff-Apparat

a Gegenstromschlange b Verdampferschlange c unteres Entspannungsventil d Abtriebsäule e Verstärkungssäule f Kondensator g oberes Entspannungsventil h Sauerstoffschlange

Die Trockenbatterie besteht aus einer Anzahl n Stahlbehältern, die in einem Trägergestell gelagert nd. Bei kleinen Anlagen verwendet man statt der Belter glatte Stahlrohre. Der Trockenbehälter, Abb. 5, hat nen herausnehmbaren Einsatz, der mit Ätzkali gefüllt . Im Deckel dieses Einsatzes befindet sich ein Watteter. Die Luft streicht durch die Ätzkalischicht von ten nach oben und wird hierbei getrocknet sowie von n letzten Kohlensäureresten befreit.

Nach der Reinigung gelangt die verdichtete Luft in n Trennungsapparat, dessen Arbeitsweise bereits früher schrieben wurde[4]). Der Unterschied besteht nur darin, ß die Trennung der Luft nicht wie dort bei 0,3 at, sonrn bei 5 bis 8 at Überdruck erfolgt. Unter diesem Druck hen Sauerstoff und Stickstoff nach der Trennung ab, r Sauerstoff in einen oder mehrere Vorratkessel und n diesen über eine Verteilleitung unmittelbar zu den erbrauchstellen. Der Stickstoff wird in einem Motor tspannt, wobei er Nutzarbeit leistet, kühlt sich dabei und gibt seine Kälte im Gegenstrom an die zum Trenngsapparat fließende verdichtete Luft ab.

Abb. 6 zeigt eine solche Anordnung. T ist der Trenngsapparat, S der Stickstoffmotor, G der Gegenstromorkühler, A das Auftaugefäß und B eine Schalttafel mit n Ventilen für die Füllkessel. Zu jedem Kessel gehören ein Ventil in der Zuführleitung und ein Ventil in der Abgangsleitung. Dadurch kann man nach Bedarf jede Schaltung vornehmen. Wird z. B. Kessel I gefüllt und aus Kessel II entnommen, so sind die Ventile e_1 und e_4 offen, die Ventile e_2 und e_3 geschlossen. Wird Kessel I gefüllt und gleichzeitig aus ihm entnommen, während die Füllung des Kessels II als Vorrat dient, dann sind die Ventile e_1 und e_3 offen, die Ventile e_2 und e_4 geschlossen.

Die erzeugte Sauerstoffmenge wird mittels eines Gasmessers i bestimmt, der Durchgang wird mittels eines Ventils[5]) f geregelt. Der Stickstoffmotor S treibt bei Anlagen mit einer Sauerstoffleistung von 3 m³/h die Laugenpumpe, bei größeren Anlagen treibt er die Kompressorwelle. Ist der Trennungsapparat durch Eis oder Kohlensäureschnee verstopft, so beschickt man ihn mit Luft, die vorher im Auftaugefäß A durch siedendes Wasser erwärmt wurde.

Abb. 7
Arbeitsweise des Gegenstrom-Vorkühlers

Die

Arbeitsweise des Gegenstrom-Vorkühlers[6])

zeigt schematisch Abb. 7. Der Stickstoff kommt bei a mit der Temperatur t_1 aus dem Trennungsapparat und tritt bei b in den Motor ein, wobei er sich von t_1 auf t_2 abkühlt. Mit der Temperatur t_2 verläßt er den Motor bei c und gelangt bei d in den Gegenstrom-Vorkühler. In diesem erwärmt er sich an der durch ein Rohrbündel strömenden verdichteten Luft und entweicht mit der Temperatur t_3 bei e aus dem Gegenstrom-Vorkühler ins Freie. Die verdichtete Luft tritt bei f mit der Temperatur t_3' in den Gegenstrom-Vorkühler, strömt durch ein Rohrbündel, wird durch den an diesem entlangströmenden Stickstoff auf die Temperatur t_2' abgekühlt, verläßt mit dieser bei g den Gegenstrom-Vorkühler und tritt bei h in den Trennungsapparat.

Setzt man vollständigen Temperaturausgleich zwischen Luft und Stickstoff im Trennungsapparat und im Gegenstrom-Vorkühler voraus, so ist $t_1 = t_2'$ und $t_3 = t_3'$. Daraus folgt

$$t_1 - t_2 = t_2' - t_2 \quad \ldots \ldots \ldots (16).$$

[5]) DRP-Anmeldung F 59 774.
[6]) Das Verfahren wurde zum erstenmal in der französischen Patentschrift 560 329/1923 der Société L' Air Liquide in Paris beschrieben.

Zahlentafel 1. Tagesprotokoll einer Drucksauerstoff-Anlage

Zeit	Druck vor Entspannungsventil at	Druck hinter Entspannungsventil at	Druck im Sauerstoffkessel at	Sauerstofferzeugung m³/h	Sauerstoffreinheit vH	Temperatur d. Stickstoffes hinter Motor °C	Temperatur d. Stickstoffes vor Motor °C	Temp. der Luft vor Eintritt in Trennungsapp. °C	Flüssigkeitshöhe im Verdampfer mm
7 h 5′				angefahren					
8 h 7′				Flüssigkeit im Verdampfer					
8 h 30′	90	5	2	3	99,4	— 36	— 13	— 16	60
9 h	70	5,4	2,1	3	99	— 50	— 19	— 20	90
10 h	55	5	2,6	3	99	— 55	— 25	— 24	80
11 h	50	5,2	3	3	99,4	— 55	— 26	— 24	100
12 h	50	4,8	3,2	3	99,2	— 54	— 25	— 24	80
1 h	50	4,8	3,9	3	99,2	— 55	— 25	— 25	80
2 h	50	5	3,9	3	99	— 55	— 25	— 25	80
3 h	50	5,2	4	3	99	— 57	— 27	— 25	100
4 h	50	5	4	3	99,2	— 55	— 27	— 25	90
5 h	55	5	4	3	99,2	— 55	— 26	— 25	100
5 h 45′	45	5	4,2	3,1	99,3	— 55	— 26	— 25	90

Sobald der Temperaturunterschied zwischen dem in den Gegenstrom-Vorkühler eintretenden Stickstoff und der aus diesem austretenden Luft gleich ist dem Temperaturgefälle des Stickstoffs im Motor, tritt ein Beharrungszustand im Kältekreislauf ein.

Bei einem Trennungsapparat mit einer Sauerstoffleistung von 3 m³/h wurde folgendes Ergebnis erzielt: Der Stickstoff verließ den Trennungsapparat mit $t_1 = -22°$ und 5 at Überdruck. Er trat in den Stickstoffmotor, der die Laugenpumpe antrieb, mit 2 at Überdruck ein. Bei der Entspannung im Motor sank die Temperatur des Stickstoffes auf $t_2 = -50°$. Die Luft trat in den Trennungsapparat mit $t_2' = -20°$ ein. Der Sauerstoff wurde der Einfachheit halber nicht durch den Gegenstrom-Vorkühler geführt, sondern trat kalt aus dem Trennungsapparat aus. Der Betriebsdruck war 55 at, beim Arbeiten ohne Vorkühlung 75 at. Die Reinheit des gewonnenen Sauerstoffes betrug 99 vH. Bei einem Trennungsapparat mit einer Sauerstoffleistung von 5 m³/h wurde $t_1 = -33°$ und $t_2 = -70°$. Der höchste Erzeugungsdruck, für den solche Trennungsapparate bisher gebaut wurden, beträgt 10 at bei 15 m³/h Sauerstoffleistung.

In Zahlentafel 1 ist das Tagesprotokoll einer Drucksauerstoff-Anlage von 3 m³/h Sauerstoffleistung wiedergegeben. Der Sauerstoff wurde in einen Kessel von 4 m³ Inhalt gefüllt; aus diesem wurde er gleichzeitig mittels einer Leitung entnommen, die zu den Arbeitstellen in der Blechschmiede führte. Vom vorhergehenden Tage hatte der Kessel noch eine Füllung von rd. 4 at, die während der Anfahrzeit bis auf 2 at verbraucht wurde. Die Behälterdrücke zeigen die wechselnde Entnahme an, die am Vormittag stärker war als am Nachmittag. Zwischen 12 und 1 Uhr lag eine ¾stündige Mittagspause, was sich in sprunghaftem Steigen des Behälterdruckes ausdrückt. Die Stickstoffanteile wurden nicht regelmäßig gemessen. Sie betragen im Mittel 10 vH.

Zahlentafel 2 ist das Tagesprotokoll einer Druckstickstoffanlage von rd. 15 m³/h Leistung. Der Stickstoff wird hier mit 10,5 at Überdruck erzeugt und in drei Kessel für 7 at Betriebsdruck gefüllt. Während ein Kessel geladen wird, wird aus einem der beiden andern Kessel Stickstoff entnommen. Wenn die drei Kessel voll sind, wird der Betrieb unterbrochen, da der Vorrat bis zum nächsten Tag ausreicht. Die Kessel I und II haben einen Inhalt von je 4, der Kessel III hat einen solchen von 10 m³.

Ein Vorteil des Druckverfahrens ist, daß das Gas durchaus öl- und wasserfrei zur Verbrauchstelle gelangt, da man es weder in einem Gasbehälter unter Wasserabschluß aufzuspeichern, noch in einem besondern Kompressor zu verdichten braucht.

Kraftverbrauch

Einsäulen-Apparate, die mit 0,3 at Entspannungsdruck arbeiten, und die man als drucklose Apparate bezeichnen kann, verbrauchen zur Erzeugung von 1 m³ Sauerstoff 8 m³, Druckapparate 9,5 m³ Luft. Der Luftkompressor der drucklosen Anlage verbraucht daher um 16 vH weniger Kraft. Bei drucklosen Anlagen kommt jedoch die Verdichtungsarbeit für den Sauerstoff hinzu. Diese beträgt bei einem Fläschen-Fülldruck von 150 at 20 vH des Kraftbedarfes für den Luftkompressor, oder 8 bis 10 vH dieses Kraftbedarfes, wenn der Sauerstoff mit 5 bis 10 at in Behälter gepreßt wird. Diese Verdichtungarbeit spart man beim Druckapparat. Ferner gewinnt man rd. 10 vH der Arbeit des Luftkompressors im Stickstoffmotor zurück und durch die Verminderung des Betriebsdruckes infolge der Vorkühlung der Luft wird die Antriebkraft für den Kompressor um weitere 8 vH verringert.

Der Kraftbedarf ist daher bei der Gewinnung des Sauerstoffes unter Druck und bei Ausnutzung der Vorteile des Stickstoffmotors höchstens ebenso groß, wie bei der drucklosen Erzeugung, wenn man den Sauerstoff auf 5 bis 10 at verdichtet, und jedenfalls geringer als bei druckloser Erzeugung, wenn man Flaschen füllt. Wo billige Kraft zur Verfügung steht, ist daher die Drucksauerstoff-Anlage für kleine Leistungen immer wirtschaftlich. Insbesondere kommt sie für Überseeländer in Betracht, wo der Sauerstoffbedarf noch gering ist und wo man Sauerstoff mit erheblichen Kosten auf weite Entfernungen herholen muß.

Druckstickstoff-Anlagen

Zur Gewinnung von reinem Stickstoff genügt nicht ein Trennungsapparat mit einfacher Säule, sondern es müssen über der Abtriebsäule noch mindestens eine Verstärkungssäule und ein Kondensator vorhanden sein. Abb. 8 zeigt den Trennungsapparat für das von der Frankfurter Maschinenbau-A.-G. ausgebildete Druckstickstoff-Verfahren[7]. Die auf ungefähr 80 at verdichtete Luft tritt bei l in den Trennungsapparat, strömt durch die Gegenstromschlange

[7] DRP-Anmeldung F 58865.

Zahlentafel 2. Tagesprotokoll einer Druckstickstoff-Anlage

Zeit	Druck vor Entspannungsventil at	Druck hinter Entspannungsventil at	Stickstoffdruck in Kessel I at	II at	III at	Stickstoffreinheit vH	Flüssigkeitshöhe im Verdampfer mm	Flüssigkeitshöhe im Kondensor mm
6 h 50′	angefahren							
9 h 10′	Flüssigkeit im Verdampfer							
9 h 50′	Kondensatorventil geöffnet							
10 h 30′	Flüssigkeit im Kondensator							
10 h 40′	Kessel II geöffnet		—	1	—	—	—	—
11 h	151	10,5	—	2	—	99,4	60	50
12 h	100	10,8	—	5,8	—	99,9	97	55
12 h 15′	Kessel I geöffnet		2,5	7	—	—	—	—
1 h	137	10,5	5,2	—	—	99,9	135	50
1 h 30′	Kessel III geöffnet		7	—	4,2	—	—	—
2 h	165	10,5	—	—	5	99,9	150	50
3 h	125	10,7	—	—	6,4	99,9	150	80
3 h 25′	140	10,8	—	—	7	99,9	155	50

d die Verdampferschlange b und kühlt sich auf diesem ege in der bekannten Weise bis zur Verflüssigung ab, rauf sie im Entspannungsventil c auf 10 at entspannt rd. Unter diesem Druck erfolgt ihre Trennung in der ule. Die Flüssigkeit strömt nun in der Abtriebsäule d wärts und sammelt sich unten als sauerstoffreiches Gesch. Die Dämpfe, die sich in diesem Flüssigkeitsbade olge der Beheizung durch die Schlange b entwickeln, igen in der Abtriebsäule d hoch, wobei sie sich mit der rabrieselnden Flüssigkeit vermengen. Dabei geben die mpfe an die Flüssigkeit Sauerstoff und die Flüssigkeit die Dämpfe Stickstoff ab. Daher werden die Flüssigit im Herabrieseln immer sauerstoffreicher und die mpfe im Aufsteigen immer stickstoffreicher.

Über dem obersten Teller der Abtriebsäule sind die ckstoffdämpfe noch mit Sauerstoff verunreinigt. Dieser lägt sich beim Aufsteigen in der Verstärkungssäule e eder, so daß die Dämpfe über dem obersten Teller der rstärkungssäule aus reinem Stickstoff bestehen. Ein Teil eser Dämpfe wird der Trennungssäule unterhalb des ndensators f bei n_1 entnommen, tritt bei n_2 in den Gegenomkühler und entweicht bei n_3 unter dem Säulendruck n 10 at, wobei er der in entgegengesetzter Richtung durch Schlange a fließenden verdichteten Luft Wärme entht. Ein anderer Teil des Stickstoffs gelangt in die hre des Kondensators und wird in diesen niedergeschlagen. Dieser Teil des Stickstoffs strömt als Waschflüssigkeit auf die Verstärkungssäule e zurück und entzieht den aus der Abtriebsäule d aufsteigenden Dämpfen den in ihnen noch enthaltenen Sauerstoff.

Als Kühlflüssigkeit für den Kondensator f dient der flüssige Sauerstoff. Dieser wird bei o_1 entnommen und vor das Ventil g geführt, wo er vom Säulendruck von 11 at auf 1 at entspannt wird. Dabei kühlt er sich auf eine Temperatur ab, die unter derjenigen des Stickstoffes in der Säule liegt.

Die durch die Verflüssigung des Stickstoffes in den Kondensatorrohren freiwerdende Wärme erzeugt im Sauerstoffbad des Kondensators Sauerstoffdämpfe, die bei o_2 aus dem Kondensator entweichen und durch die Schlange h im Gegenstrom zu der durch die Schlange a ziehenden Luft aus dieser Wärme aufnehmen und den Trennungsapparat bei o_3 verlassen. Der gewonnene Stickstoff wird aus dem Trennungsapparat in Vorratkessel geleitet, aus denen er den Verbrauchstellen zugeführt wird. Die Reinheit des Stickstoffes beträgt bei einem Erzeugungsdruck von 10 at 99,9 vH.

Diese kleinen Stickstofferzeuger eignen sich für die Durchführung von Glühprozessen unter Druck in einer sauerstoffreichen Atmosphäre. Sie wurden für die Herstellung von Überseekabeln für eine Stickstoffleistung von 15 bis 20 m^3/h gebaut. [B 2627]

Härteversuche

In der Technologie bemüht man sich seit langem rum, die Werkstoffhärte entweder durch geeignete Prüfer Meßverfahren meßbar zu machen oder sie auf allgeeine Eigenschaften eines Werkstoffes zurückzuführen. In n meisten Untersuchungen wurde darauf Gewicht gelegt, öglichst einfache Verfahren ausfindig zu machen, mit nen die Widerstandsfähigkeit der Werkstoffe gegen das ndringen harter Körper bei den verschiedenen Stoffen rglichen werden konnte. In anderen Untersuchungen urde versucht, mehr die Vorgänge vom Standpunkt der stigkeitslehre zu klären und zu beschreiben, indem man h darum bemühte, die Spannungsverteilung oder die Gealtänderungen in der Umgebung einer Eindruckstelle zu stimmen und für die Spannungen quantitative Aussagen gewinnen. Zur Beschreibung der Vorgänge beim Einingen eines prismatischen Stempels in einen weichen örper bietet einen weiteren Beitrag ein Aufsatz von Sachs, „Beitrag zum Härteproblem"[1]).

Sachs knüpft an eine Arbeit von L. Prandtl an, in r unter gewissen vereinfachenden Annahmen versucht urde, den Vorgang beim Eindringen eines harten prismachen Schneidenkörpers in eine weiche Unterlage als ein eichgewichtsproblem eines bildsamen Stoffes zu beschrein. Die Annahmen waren, daß der Stoff eine ausgesproene Fließgrenze habe, daß die elastischen Formänderunn gänzlich neben den immerhin noch klein bleibenden astischen vernachlässigt werden dürfen, daß der Körper der Längsrichtung der Schneide sowie in der Querhtung sehr ausgedehnt sei und daß schließlich die Reing in der Druckfläche vernachlässigt werden könne.

Sachs hat seine Versuche mit sehr weichem Kupfer und t weichem Eisen an prismatischen Körpern mit einer uckfläche des Stempels von 5,6 mm Breite und 15 mm inge ausgeführt. Um die plastischen Gebiete sichtbar zu achen, ließ er die Probestücke nach dem Versuch rekristalsieren, beim Eisen ätzte er sie an. Er bestimmte ferner e mittlere Spannung in der Druckfläche in ihrer Abhängigit von der Eindrucktiefe und aus elastizitätstheoretischen nsätzen den Widerstand.

Aus den Stempeleindruckversuchen scheint hervorzuhen, daß unter dem Stempel ein plastisch verformter örperteil, der mit seiner Umgebung verwachsen ist, bei nem sehr weichen Metall in die elastisch-nachgiebige nterlage hineingedrückt wird. Der Körper verschluckt zusagen selbst, was der Stempel in ihn hineindrückt, das ter dem Stempel verdrängte Körpervolumen erzeugt elaische Formänderungen, auch fließt ein Teil des verdrängn Stoffes in der Längsrichtung der Schneiden ab und ldet die auf den Stirnflächen sichtbaren Wulste, die bei n verhältnismäßig kurzen Körpern in ihrer Wirkung herortreten. Durch diese Bedingungen entfernen sich die in n Versuchen von Sachs verwirklichten Verhältnisse jedoch ärker von den Annahmen, die den Betrachtungen von randtl zugrunde gelegt waren, aus denen z. B. gefolgert werden müßte, daß das durch den Stempel verdrängte Volumen neben dem Stempel in der Preßfläche selbst wieder zum Vorschein kommt. Die Arbeit von Sachs ist ein weiterer Beitrag zur schrittweisen Klärung der vom Standpunkt der Mechanik noch recht verwickelt erscheinenden Verhältnisse eines Eindruckvorganges. [N 622]

Göttingen A. Nádai

[1]) „Zeitschrift für technische Physik" Bd. 8 (1927) S. 132.

Festigkeit von umlaufenden kegeligen Scheiben[1])

Die meisten hochbeanspruchten umlaufenden Scheiben des Maschinenbaues und insbesondre des Turbinenbaues sind kegelig, d. h. ihre Dicke nimmt mit zunehmendem Halbmesser linear ab. Die genaue Berechnung der Festigkeit dieser Scheiben erfordert die Integration einer hypergeometrischen Differentialgleichung und bereitet daher einige Schwierigkeiten. Sind aber die Funktionswerte der Lösungen einmal ermittelt, so kann man damit jede beliebige kegelige Scheibe berechnen; dazu müssen nur noch die beiden Integrationskonstanten so gewählt werden, daß den Randbedingungen der besonderen Aufgabe Genüge geleistet wird, nachdem das partikuläre Integral der Drehzahl der Scheibe angepaßt worden ist. Diese zweite Forderung kann schon durch eine Maßstabänderung befriedigt werden, während die Wahl der Integrationskonstanten lediglich die Auflösung zweier simultaner linearer Gleichungen mit zwei Unbekannten verlangt. Ist der Verlauf der maßgebenden hypergeometrischen Funktionen bekannt, so läßt sich die genaue Berechnung einer Scheibe mit geringem Arbeitsaufwand durchführen; die Kenntnis der Theorie der hypergeometrischen Funktionen wird dabei nicht vorausgesetzt, da nur einfache Rechnungen notwendig sind.

Der Aufsatz enthält eine Berechnung dieser Funktionen, die in Formeln, Zahlentafeln und Diagrammen wiedergegeben werden. Ferner werden Zahlenbeispiele angeführt, Spannungen und Formänderungen in Linien aufgetragen. Besonders beachtenswert ist das Ergebnis, daß die Spannungen in undurchbohrten, am Rand belasteten kegeligen Scheiben sehr wenig schwanken: die Äußerstwerte weichen um höchstens $\pm 7\frac{1}{2}$ vH vom Mittelwert ab. Eine solche Scheibe darf somit technisch als Scheibe gleicher Festigkeit aufgefaßt werden und in vielen Fällen unbedenklich an die Stelle der Scheibe gleicher Festigkeit mit doppelt gekrümmtem Querschnitt treten, der gegenüber sie die leichtere Bearbeitbarkeit voraus hat. Auch wenn eine Bohrung vorhanden ist, zeigt die kegelige Scheibe ein günstiges Verhalten, wie ein durchgeführtes Beispiel beweist. Wichtig ist dabei vor allem, daß die Nabe kräftig bemessen wird, weil die tangentialen Spannungen an der Bohrung schnell zunehmen. In der ganzen übrigen Scheibe halten sich die Schwankungen der Spannung in mäßigen Grenzen; bei richtiger Abstimmung von Nabe und Scheibe läßt sich leicht erreichen, daß die tangentiale Beanspruchung der Scheibe mit der radialen annähernd übereinstimmt. [N 505]

[1]) E. Honegger, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 120.

Pitotrohr für Wassermessung bei hohem Druck

Von Heinrich Homberger, Mill Valley, Kalifornien

Werdegang der kalifornischen Wasserkraftanlagen — Bauart des Differential-Druckmessers und Pitotrohres — Versuchsergebnisse

Das in mannigfacher Form[1]) seit mehr als einem Jahrhundert benutzte Pitotrohr hat m. E. eine Reihe von Eigenschaften, die es zu einem der wertvollsten Werkzeuge des praktischen Hydraulikers machen. Als wesentliche Vorzüge im Vergleich mit andern Meßverfahren möchte ich folgende erwähnen:

1. hoher Genauigkeitsgrad, sichere und bequeme Einführung und Messung;
2. leichte Anwendung auch in solchen Fällen, wo besondre Vorbereitungen für Wassermessung nicht von vornherein vorgesehen waren;
3. geringe Herstellungskosten und leichter Versand.

Außer dem Pitotrohr selbst ist für die Messung ein Druckmesser erforderlich; hierfür benutzt man heute fast immer einen Druckunterschiedmesser.

Will man Wassermengen in einer geschlossenen Rohrleitung messen, die unter Druck steht, so sind besondre Ausführungsformen des Rohres und Druckmessers erforderlich. Meine praktischen Erfahrungen mit solchen Rohren für hohen Druck will ich im folgenden mitteilen. Sie sind an den kalifornischen Wasserkraftanlagen der Northern California Power Co., Consolidated gewonnen. Dieses Unternehmen stellte zuerst den zahlreichen Bergwerken des nördlichen Teiles des an Naturschätzen reichen und sich rasch entwickelnden Landes billige elektrische Energie zur Verfügung. Seine Werke sind für europäische Begriffe überaus schnell ausgebaut worden. Beachtenswert ist, wie man von hohen Gefällen und kleinen Maschineneinheiten ausging und schließlich zu verhältnismäßig niedrigen Gefällen und großen Wassermengen gelangte. Diese Entwicklung spielte sich in den Jahren 1896 bis 1912 ab. Zahlentafel 1 enthält nähere Angaben über die Größe der einzelnen Anlagen, die Fertigstellung und Maschinengröße.

Im Jahre 1919 wurde die Northern California Power Co. von der Pacific Gas & Electric Co. in San Francisco gekauft. Dieses Unternehmen ist heute das größte seiner Art in den Vereinigten Staaten, sowohl hinsichtlich der Gesamtleistung als auch in bezug auf das versorgte Gebiet.

Zahlentafel 1

Kraft-Anlagen der Northern California Power Company, Consolidated

Kraftwerk	In Betrieb genommen	Gefälle m	Anzahl der Maschinen	Gesamtleistung kW
Volta	1901	380	5	6 250
Kilarc	1904	366	2	3 000
South cow Creek	1908	222	2	1 500
Inskip	1909	115	2	6 000
South	1910	156	1	4 000
Coleman	1912	145	3	13 500

Als diese Anlagen geplant und ausgeführt wurden, ging die Entwicklung mit solcher Schnelligkeit vor sich, daß mancherlei nicht berücksichtigt wurde, was bei richtiger Überlegung als notwendig anerkannt worden wäre. Hierzu gehört der vollständige Mangel fest eingebauter Einrichtungen zur Nachprüfung und Messung der verbrauchten und zu verschiedenen Jahreszeiten zur Verfügung stehenden Wassermengen.

Im Herbst 1918 wurde ich beauftragt, sämtliche Maschinen auf ihren hydraulischen Wirkungsgrad hin zu prüfen und Vorschläge zu machen, wie die vorhandenen Anlagen am besten ausgenutzt werden könnten. In einigen Anlagen war es möglich, im Unterwasser ein Wehr einzubauen; die Volta-Anlage hatte ein solches bereits seit einigen Jahren, doch konnte hier nur die gesamte Wassermenge gemessen werden, da das Wehr für die kleineren Maschinen zu groß war und auch den Ü[...] stand hatte, daß es vom Krafthaus etwas zu weit entf[...] war. Ferner war der Unterwassergraben teilweise du[...] Schüttung hergestellt worden und bei hohem Was[...]stand nicht dicht. In den Anlagen South und Coleman war jedoch eine Messung durch Wehr [...]geschlossen, und ich empfahl daher die Anwendung [...] Pitotrohren.

Damit die Beobachter am Pitotrohr, die die Was[...]menge ablesen, mit denen im Kraftwerk, die das Gef[...] und die Leistung feststellen, ständig in Fühlung blei[...] können, ist es notwendig, das Pitotrohr möglichst in [...] Nähe des Krafthauses einzubauen. Hieraus ergab [...] die Notwendigkeit einer besonderen Bauart, die den [...]hältnismäßig hohen Drücken in jeder Beziehung [...]wachsen war. In keinem der beiden Fälle war es [...]wendig, die Erregermaschinen zu berücksichtigen, [...] diese in einem Fall ihr Wasser aus einer besond[...] Rohrleitung erhalten und im andern durch einen [...]duktionsmotor betrieben werden können.

Da die Durchmesser der Rohrleitungen zwischen [...] und 1950 mm lagen, war es notwendig, die Pitotrohre l[...] genug zu machen, um das Rohr vom größten Durchme[...] vollständig durchqueren zu können. Ein weiterer [...]schwerender Umstand war, daß die Kraftanlagen in et[...] schwer zugänglichen Gebieten der Sierra Nevada lie[...], und die Arbeit mitten im Winter unternommen wer[...] mußte. In den in Betracht kommenden Höhenlagen in Kalifornien kommen starke Fröste nicht vor, sondern [...] allgemeinen nur schwere Regenfälle in lang anhalten[...] Zeiträumen, wodurch die ohnehin mangelhaften F[...]wege in sehr schlechten Zustand geraten. Das Meßg[...] mußte deshalb gedrungen und genügend widerstandsf[...] sein, um die schweren Erschütterungen während [...] Überführung aushalten zu können.

Schließlich herrschte Wassermangel, da es drei Ja[...] lang wenig geregnet hatte; die Messungen durften [...] Betrieb der Anlagen daher nur wenig stören. Die [...]schinensätze sind groß und ihre Gesamtzahl gering, so daß das Stillsetzen einer Einheit, auch für verhält[...]mäßig kurze Zeit, einen bedeutenden Einnahmeaus[...] zur Folge hat. Vorbereitungen für die Vornahme [...] Leistungsversuche konnten getroffen werden, indem [...] der in Frage kommenden Druckleitungen für kurze [...] entleert wurde; hierfür wurde jeweils der Zeitraum [...] Mindestbelastung der Gesamtanlage gewählt, nämlich [...] frühen Morgenstunden eines Sonntags. Es war somit [...] den Beamten, dem die Verteilung der Netzlast auf [...] verschiedenen Anlagen obliegt, die Möglichkeit gege[...], auch trotz der Außerbetriebsetzung der einen Leitung [...] gesamten Kraftbedarf zu decken.

Das Pitotrohr wird durch einen Hahn in die R[...]leitung eingeführt, der in Amerika unter der Bezeichn[...] „standard corporation cock" im Handel zu haben ist; [...] Arbeit an den Rohrleitungen bestand somit ledig[...] darin, an zwei Stellen je ein Loch in die Rohrwand [...] bohren, das nötige Gasgewinde zu schneiden und [...] beiden Hähne einzuschrauben.

Bauart des Differentialdruckmessers

Bei niedrigem Druck dient als Druckuntersch[...]messer ein U-förmiges Rohr aus gewöhnlichem G[...], dessen Schenkel man mit den beiden inneren Röhren [...] Pitotrohres durch Gummischläuche verbindet und du[...] Quetschhähne abschließt. Bei den hohen Drücken [...] dies unmöglich; der Druckmesser, Abb. 1 und 2, wu[...] deshalb aus Normteilen der Crane Company [...]gestellt und mit zwei getrennten Glasrohren *a* verse[...], wie sie für Wasserstandgläser bei Kesseln verwe[...] werden. Da diese nicht genau hergestellt werden, mu[...]

[1]) Z. Bd. 67 (1923) S. 568 und 944.

Abb. 1 und 2
Differential-Druckmesser
a Glasrohre
b Hahn zur Verbindung der beiden Rohrschenkel *a*
c Füllrohr mit Trichter
d Leerlaufhahn

ıs den vorhandenen ausreichend genaue Rohre aus-
ısucht werden. Vier Stück wurden ausgesondert, deren
ırchmesser einheitlich waren, und die weder eine Krüm-
ıng noch sonstige Fehler hatten.

Nach dem Zusammenbau wurde der Druckmesser
nem Probedruck unterworfen und sodann zum Ver-
nd wieder auseinander genommen. Im Betriebslabora-
rium in Redding, Nordkalifornien, wurden die ein-
lnen Teile wieder zusammengesetzt und in einen
chten Holzkasten eingebaut, der mit Lederriemen und
ındgriff versehen wurde, so daß das ganze Gerät be-
em von einem Mann getragen werden konnte. Die
ilungen in Abb. 1, an denen der Ausschlag der Meß-
issigkeit abgelesen wird, wurden in Redding auf ein
ück poliertes Messingblech aufgetragen, das mit zwei
hrauben mit Flügelmuttern auf zwei Holzblöcken längs-
rschiebbar befestigt ist, so daß die Teilungen genau auf
ıll eingestellt werden können, wenn die Flüssigkeit zur
ıhe gekommen ist.

Die Schläuche zur Verbindung des Druckmessers mit
m Pitotrohr mußten den Druck ohne bemerkenswerte
nderung des Querschnitts aushalten und mußten leicht
egsam sein. Es war schwierig, einen geeigneten Stoff
finden. Die Goodrich Rubber Co. empfahl einen
hlauch, den sie als „braided covered tubing" auf den
ırkt bringt, konnte aber keine Gewähr für die Zuver-
ssigkeit übernehmen, da ähnliche Forderungen nie ge-
ellt worden waren. Es war deshalb nötig, den Schlauch
prüfen, ehe er verwendet wurde. Ein kurzes Stück
ırde an einem Ende mit Draht dicht geschlossen und am
dern mit einer Messingkupplung ausgestattet, die in
nen Crosbyschen Apparat zum Prüfen von Druck-
essern paßte. Das Probestück hielt 28 at Druck ohne
rübergehende oder bleibende Formänderung aus.

Als Meßflüssigkeit wurde für geringe Geschwindig-
it Kohlenstoff-Tetrachlorid und für hohe Quecksilber be-
ıtzt. Die Gleichung für die Strömungsgeschwindigkeit v
ı/s] lautet:

$$v = c\sqrt{2\,g\,h\,(\gamma - 1)}\,,$$

ır CCl_4 ist

$$v = 0{,}84 \cdot 4{,}43\sqrt{0{,}62\,h}$$

d für Hg

$$v = 0{,}84 \cdot 4{,}43\sqrt{12{,}6\,h},$$

ırin $c = 0{,}84$ den Festwert des Pitotrohres, γ das spe-
ische Gewicht der Meßflüssigkeit und h den Gesamt-
sschlag in Metern bedeuten.

Mit Hilfe des Hahnes *b* in Abb. 1 und 2 konnten die beiden Rohrschenkel miteinander verbunden werden, was die Einstellung der Nullage sehr erleichtert. Das Füllrohr *c* mit Trichter und Leerlaufhahn *d* dient zum Einführen und Entleeren der Meßflüssigkeit. Die beiden Flaschen mit den Meßflüssigkeiten waren im Manometerkasten untergebracht und gesichert. Bei der Überführung trat kein Bruch ein, doch brach ein Glasrohr beim Anziehen einer Stopfbüchse, und die Ersatzrohre kamen gut zustatten.

Pitotrohr und Zubehör

Zur Einführung des Pitotrohres in die zu untersuchende Rohrleitung wurde die in Abb. 3 dargestellte Stopfbüchse entworfen. Das Muttergewinde *a* entspricht dem Gasgewinde der oben erwähnten Hähne, wovon je zwei in jede Rohrleitung eingeschraubt waren. Verwendet wurde gezogenes Sechskant-Messing. Durch die Stopfbüchse wird das Mantelrohr *a* des Pitotrohres, Abb. 4 bis 7, in die Rohrleitung eingeführt. Das Mantelrohr hat 25,4 mm Dmr. und 2055 mm Länge. Auf seine Querschnittfläche von 5,07 cm² Flächeninhalt wirkt der Wasserdruck. Die beiden Zugstangen *b* nehmen diesen Druck auf und übertragen ihn von dem zweiten am Außenende der Pitotrohre vorgesehenen Querhaupt *c* auf das Querhaupt *b* an der Stopfbüchse in Abb. 3.

Die Rohre *d* und *e* in Abb. 5 sind aus nahtlos gezogenem Kupferrohr von 6,35 mm Dmr. hergestellt und außerhalb des Querhauptes rechtwinklig abgebogen. Das Innenende des Mantelrohrs ist durch ein eingepreßtes Messingstück *f*, Abb. 5 und 7, abgeschlossen, das außer den beiden senkrechten Bohrungen vier wagerechte erhalten hat. Hiervon haben die zum Druckrohr führende Bohrung 3,16 und die übrigen 1,58 mm Dmr. Die Form wurde nach den in Z. Bd. 53 (1909) S. 989 gemachten Angaben gewählt.

Das Rohr *d*, Abb. 5, das mit der Druckseite in Verbindung steht, ist fest gelagert, das andere um 180 Grad drehbar und gegen Längsverschiebung durch einen aufgelöteten Halsring *g*, Abb. 5, gesichert. In der Mittelstellung kommt die volle Saugwirkung zur Geltung, der Ausschlag der Meßflüssigkeit ist daher hierbei am größten. Diese Stellung wurde daher bei allen Versuchen angewendet. Die beiden seitlichen Bohrungen wurden nur dazu benutzt, um festzustellen, daß die mittlere frei von Fremdkörpern war.

Jede Zugstange ist mit drei gewöhnlichen Sechskantmuttern versehen; zwei von ihnen befestigen die Zugstange an der Stopfbüchse, die dritte dient zur Verschiebung des Rohres. Die jeweilige Stellung des Rohres in der Druckleitung wird dadurch festgestellt, daß man den Abstand von der Außenseite der Stopfbüchse bis zur Innenfläche des Abschlußstückes mißt und die vorher gemessene Entfernung von Mitte Bohrung bis zur Außenseite der Stopfbüchse in der Anfangstellung hinzuzählt.

Eine einmal gewählte Stellung des Pitotrohres konnte ohne Schwierigkeit genau wieder gefunden werden, und alle Ablesungen wurden zweimal gemacht, einmal bei Einführung des Rohres und ein zweites Mal beim Herausziehen. Die Schraubenschlüssel können leicht von einem Mann abwechselnd bedient werden, und zum Herausziehen

Abb. 3
Stopfbüchse zur Einführung des Pitotrohres
a Muttergewinde *b* Querhaupt

wurden die beiden Muttern jeweils ein Stück zurückgeschraubt, worauf das Rohr durch den Wasserdruck sprungweise hinausgepreßt wurde, nachdem durch leises Klopfen die Stopfbüchsenreibung überwunden war.

In den größeren Druckleitungen machte sich ein Übelstand bemerkbar, der seinen Grund in der verhältnismäßig leichten Bauart des Pitotrohres hatte: Sobald der frei in das Druckrohr ragende Teil gewisse Punkte erreicht hatte, entstanden Erschütterungen, die an einzelnen Punkten recht heftig waren. Nachdem diese Punkte überschritten waren, hörten die Erschütterungen wieder auf, so daß eine Geschwindigkeitskurve durch eine Reihe von Punkten gelegt werden konnte, ohne daß diejenigen herangezogen werden mußten, wo die Erschütterungen die Ablesungen beeinflußt hatten. Wäre das Pitotrohr aus stärkerem Material hergestellt worden, so hätten die Abmessungen der Stopfbüchse und des Einführungshahns vergrößert werden müssen.

Abgesehen von den größeren Kosten wäre der ganze Apparat für die Überführung unhandlich geworden. Wo der Apparat nur an einer Stelle verwendet werden soll und daher das Gewicht unwesentlich ist, dürfte es sich jedenfalls empfehlen, ihn schwerer zu machen, und in diesem Falle werden Erschütterungen wohl nicht eintreten.

Versuche an der Anlage „South"

Die Anlage „South", Abb. 8, hat nur einen Maschinensatz von 4000 kW Nennleistung, der aus einer einzigen Rohrleitung gespeist wird. Die Drehzahl von 225 Uml./min und das verhältnismäßig niedrige Gefälle von 156 m machten zwei Wasserräder erforderlich, die auf den beiden Enden der in zwei Lagern laufenden Welle aufgepreßt sind. Jedes der beiden Räder wird von einer schwingenden Düse mit Regelnadel beaufschlagt. Der Lombard-Geschwindigkeitsregler treibt beide Schwingdüsen gleichzeitig an. Die Regelnadeln werden mit der Hand mittels eines Getriebes eingestellt. An den feststehenden Teil der Schwingdüsen schließt sich ein Hauptabsperrschieber an, der durch ein kegeliges Rohr mit dem Endflansch der Druckleitung verbunden ist. Diese ist auf Betonblöcken gelagert und liegt mit der unteren Hälfte im Erdreich, Abb. 9.

Der dem Kraftwerk nächstgelegene geeignete Punkt für die Einführhähne war etwa 50 m entfernt. Es wurde dort ein leichtes Holzgerüst zur Stützung des Pitotrohres und zur Aufstellung des Druckmesser-Kastens errichtet. Einer der Betriebsleute des Kraftwerkes konnte hier ohne Schwierigkeit das Pitotrohr für die beiden Durchquerungen der Rohrleitung bedienen.

Abb. 10 zeigt das Ergebnis der beiden Durchquerungen; die gestrichelte Linie gibt die Mittelwerte der beiden voll ausgezogenen Linien an, die den Ablesungen am Druckmesser entsprechen. Nach dieser Mittelwertlinie wurde die Linie der Geschwindigkeiten bestimmt. Die Durchschnittsgeschwindigkeit im Rohr wurde nach dieser Linie mit Hilfe des Ringflächenverfahrens bestimmt.

Im allgemeinen wird für die Messungen das Pitotrohr in der Rohrmitte eingestellt; im vorliegenden Falle zitterte es in dieser Lage, und es wurde deshalb der mit „X" bezeichnete Punkt für Vornahme aller Ablesungen gewählt.

Abb. 4 bis 7
Pitotrohr mit Zubehör
a Mantelrohr
b Zugstangen
c Querhaupt
d und *e* Kupferrohre
f Messingstück
g Halsring

Abb. 8
Anlage „South", im Vordergrund Handantrieb für die Regeldüse. Das Blechrohr ist eine Kühlvorrichtung für den Stromerzeuger, bei der der Luftzug im Untergraben des Wasserrades benutzt wird.

Abb. 9
Ankerblock für eine Druckrohrleitung

Abb. 10
Messungen an der Anlage „South"

Versuche an der Coleman-Anlage

Die Coleman-Anlage enthält drei mit einfachen ancis-Turbinen unmittelbar gekuppelte Hauptstrom-eger von je 4000 kVA Nennleistung, Zahlentafel 1, die t 146 mm mittlerem Nutzgefälle arbeiten, Abb. 11. Jede nheit hat drei Lager. Das Wasser wird durch zwei hrleitungen geführt. Die Hauptabsperrschieber liegen ßerhalb des Gebäudes und werden durch Druckwasser-linder eingestellt, Abb. 12. Der mittlere Maschinensatz mit den Rohrleitungen durch ein Hosenrohr verbunden, s oberhalb der Absperrschieber liegt und Wasser aus den Rohrleitungen durch Zweigrohre und Abzweigstücke nimmt.

Die drei Turbinen von gleicher Bauart waren hrend der sieben Betriebsjahre verschieden stark ab-nutzt und gelegentlich ausgebessert worden, aber nicht e in der gleichen Weise. Es war deshalb wünschens-rt, Leistungsversuche an allen drei Maschinensätzen rzunehmen. Infolgedessen mußten beide Rohrleitun-n mit Löchern und Paßstücken für das Pitotrohr versehen werden, Abb. 13. Um festzustellen, ob die Ergebnisse vom Druck abhängig sind, wurden die Meßstellen für den westlichen Rohrstrang etwa 160 m oberhalb des Maschinenhauses, die für den östlichen etwa 225 m unterhalb des Rohreinlaufs angebracht.

Die Verbindung zwischen den Beobachtern innerhalb und außerhalb des Kraftwerkes wurde im ersten Falle durch einen Signalmann auf der Brücke hergestellt, die auf der Hinterseite des Gebäudes die Galerie für Schalttafeln und Umformer mit der zum Gebäude führenden Fahrstraße verbindet und eine für die Aufstellung der Absperrschieber vorgesehene Ausschachtung überspannt. Im letzten Fall erhielt ein auf der Abschlußwand des Vorbeckens stehender Mann telephonische Anweisungen aus dem Kraftwerk, die er durch Signale an die Beobachter am Pitotrohr weitergab. Es ergab sich, daß das Pitotrohr unter hohem und niedrigem Druck gleich gut arbeitete.

Im übrigen waren die Versuchsverfahren die gleichen wie bei der Anlage „South". Die Ergebnisse der Rohrdurchquerungen zeigen Abb. 14 und 15.

Schlechte Wirkungsgrade sind in erster Linie starker Abnutzung der Einlaufkanten an den Turbinenschaufeln zuzuschreiben, in zweiter Linie aber auch Undichtigkeiten der Drehschaufelwellen in ihren Stopfbüchsen. Dieser Übelstand wurde durch neue Packung leicht behoben. Die Laufräder der Maschinen waren aus Stahlguß hergestellt, und ich empfahl, diese durch Aufschweißen und Handbearbeitung im Krafthaus auf ihre ursprüngliche Form zu bringen. Da die Eigentümerin der Maschinen eine gut eingerichtete Werkstatt mit elektrischem Schweißzeug in Redding zur Verfügung hatte, versprach diese Ausbesserung eine Ersparnis gegenüber

Abb. 11
Turbine mit Stromerzeuger in der Coleman-Anlage

Abb. 12
Absperrschieber für die mittlere Turbine der Coleman-Anlage

Abb. 13
Coleman-Anlage. Druckrohrleitungen, unterer Teil am Kraftwerk
a Anschlußhahn für Pitotrohr

Abb. 14
Coleman-Kraftwerk, Messung an der östlichen Rohrleitung

der Beschaffung neuer Laufräder, da die Überführung teuer ist. Wären die Laufräder aus Gußeisen oder Bronze hergestellt gewesen, so wäre der Ausfall der Schweißung unsicher gewesen. Dieser Umstand ist wohl im Auge zu behalten, wenn Neuanlagen mit Hochdruckturbinen in abgelegenen Gebirgsgegenden geplant werden.

Abb. 15
Coleman-Kraftwerk, Messung an der westlichen Rohrleitung

Schlußwort

Während es im vorliegenden Falle die Aufgabe Ingenieurs war, bestehende Kraftanlagen ohne von v herein vorgesehene Wassermeßvorrichtungen einm zu prüfen, möchte ich darauf aufmerksam machen, mit verhältnismäßig geringen Änderungen das Pitot auch fest eingebaut werden kann; damit wird dem triebsleiter Gelegenheit gegeben, sich dauernd von Leistungsfähigkeit seiner Anlage zu überzeugen.

[B 190

Mechanische Eigenschaften der Hartpapier-Isolierstoffe

Die verkürzten Vorschriften über die Prüfung der elektrischen Isolierstoffe wurden vom VDE erstmalig mit Gültigkeit vom 1. Juli 1914 herausgegeben. Infolge des unmittelbar darauf einsetzenden Krieges fand sich jedoch kaum Gelegenheit, auf Grund dieser Vorschriften Untersuchungen über die verschiedenen Isolierstoffe auszuführen. Eine der wenigen Arbeiten aus der damaligen Zeit ist die von Dr.-Ing. K. Geisler[1]) über den künstlichen Kautschuk als elektrischer Isolierstoff. Seitdem haben sich die Vorschriften mehrfach geändert. Unter Anlehnung an die neuesten Vorschriften des VDE ist die Arbeit über die mechanischen Eigenschaften der Hartpapierisolierstoffe von K. Schaudinn und Dr.-Ing. L. Traeger[2]) entstanden. Die Verfasser haben der Natur der Sache nach getrennt über Hartpapierrohre und Hartpapierplatten berichtet.

Hartpapierrohre werden dadurch hergestellt, daß Papierbahnen, die eine gewisse Reißfestigkeit aufweisen müssen, ein- oder zweiseitig mit einem Kunstharz, gewöhnlich einem Erzeugnis der Phenol-Formaldehyd-Kondensation, bestrichen und unter Druck und Hitze auf einen Dorn aufgewickelt werden[3]). Gute Erzeugnisse, d. h. Rohre, deren Papierlagen gleichmäßig durch das Bindemittel zusammengeklebt sind, brechen beim Zugversuch in einer zur Stabachse senkrechten Ebene. Bei nicht homogenen Bindungen zwischen Papier und Lack werden die Papierlagen in verschiedenen Querschnitten gerissen und beim Bruch auseinandergezogen; sie brechen kegelstumpfförmig. Eine Bruchdehnung ist mit bloßem Auge nicht nachweisbar. Wärmebehandlung der Rohre (4 h auf 75 und 120 °C und nachfolgende Abkühlung auf Zimmertemperatur) ließen keine wesentliche Beeinflussung der Zerreißfestigkeit erkennen.

Die Biegefestigkeit wurde in Anlehnung an die VDE-Vorschriften in der Weise ermittelt, daß über den mittleren Teil des Rohres ein Halbring gelegt wurde, der eine lichst gleichmäßige Kraftverteilung gestattete. Der Mi wert der Beanspruchungen betrug 12,8 kg/mm². Ein Ein durch Erwärmung auf die Biegefestigkeit ließ sich gleich nicht feststellen. Verdrehungsbeanspruchungen, wie beim Bau von Trennschaltern vorkommen, wurden gle falls untersucht. Zwischen der Belastung P und Verdrehungswinkel ϑ wurde unmittelbare Proportiona festgestellt, gleichgültig, ob das Rohr im Wicklungssinn entgegengesetzt verdreht wurde.

Hartpapierplatten werden dadurch hergest daß man weniger festes, aber stark saugfähiges Papier, Löschpapier, mit Kunstharzlösungen tränkt und die einze Blätter aufeinanderschichtet und unter Druck und Hitze sammenpreßt, so daß ein annähernd homogener Körper steht. Zur Untersuchung derartiger Platten wurden malstäbe verwendet, deren Papierfasern entweder par oder senkrecht zur Kraftrichtung verliefen. Im ersten ergaben sich bei Raumtemperatur Bruchspannungen 12,7 kg/mm², im zweiten Fall solche von 9,17 kg/mm², 28 vH weniger. Versuche bei verschiedenen Temperat ergaben eine geradlinige Abhängigkeit (Abnahme) der reißfestigkeit von der Temperatur, ähnlich der Abhän keit der Druckfestigkeit von der Prüftemperatur bei Vul fiber[4]).

Bei 100 °C hat Hartpapier nur noch die Hälfte Festigkeit bei Raumtemperatur, bei 300 ° nähert sich Festigkeit asymptotisch dem Wert null, d. h. bei d Temperatur verkohlt das Bindemittel. Bei den Biegeprü gen betrug die Biegefestigkeit, wenn die Papierfaser richtung und Stablängsrichtung parallel liefen, 18,6 kg/ wenn sie senkrecht zueinander liefen, 14,2 kg/mm². Biegefestigkeit des Hartpapiers in Plattenform in Abhän keit von der Temperatur ergab wie die Zerreißfestigkeit geradlinige Abhängigkeit. Bei 170 °C bog sich der suchstab völlig durch, ohne zu brechen. Der Stab löste vielmehr in mehrere Schichten auf. [N 60

Berlin-Steglitz Dr.-Ing. Kurt Geisl

[1]) Heft 250 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens.
[2]) ETZ Bd. 28 (1927) S. 870.
[3]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 545.
[4]) Vergl. R. Baumann Z. Bd. 57 (1913) S. 907.

RUNDSCHAU

Wissenschaftliche Tagungen

66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure

Mannheim-Heidelberg, 28. bis 30. Mai 1927

Bereits am Freitag, dem **27. Mai**, wurde die Aus-llung des V. d. I. durch den Vorsitzenden, Dr. Wendt, öffnet. Neben den hier gezeigten Arbeiten aus der Tätig-it der Geschäftstelle und einiger Ausschüsse des V. d. I. d des VDI-Verlages war recht eindrucksvoll die Wer-ng für die nächste größere Veranstaltung des Vereines: Werkstofftagung, die im Herbst d. Js. in Berlin statt-den wird.

Der Nachmittag desselben Tages wurde durch die gung der Werbeingenieure ausgefüllt, die als Vor-gende Ing. A. Sieber, Kassel, und Dipl.-Ing. Kurt hulz, Berlin, an Stelle des verhinderten Dipl.-Ing. ichtner, Hamburg, auf den Plan schickten, um ihre fahrungen über die Wirksamkeit technischer Anzeigen d die Eingliederung der Anzeigenwerbung in den tech-ichen Vertrieb den Fachgenossen mitzuteilen.

Am Abend versammelten sich die Mitglieder des Vor-andes und des Vorstandrates mit ihren Damen nächst zu einer Vorstellung im Nationaltheater und im schluß hieran im Rittersaal des Schlosses, wo sie durch Stadt Mannheim feierlich empfangen und begrüßt wurden.

Der Vorstandsrat begann seine Beratung am Morgen des Mai. Fragen der Ingenieurhilfe, der Mitgliedverhält-sse, des Patentwesens, der Ausgestaltung der Zeitschriften d wichtige Satzungsänderungen standen auf der Tages-lnung[1]. Die Mitgliederversammlung des nächsten Tages tte sich mit diesen Angelegenheiten noch näher zu be-sen.

Um 9 Uhr setzten auch bereits die ersten Fachsitzungen ı, die einen recht guten Besuch aufzuweisen hatten. Ins-sondere fand die Fachsitzung „Verbrennungs-aftmaschinen" eine äußerst rege Beteiligung. Die age der schnellaufenden Dieselmotoren, die heute alle chleute beschäftigt, angesichts der besseren Wirtschaft-hkeit und Unabhängigkeit von ausländischen Bezugs-ellen bei der Benutzung von Treiböl auch in schnellaufen-ı Kraftwagen- und Flugzeugmotoren, wurde vornehmlich ıandelt. Prof. Stribeck zeigte an der Hand seiner ßergebnisse, daß beim Acro-Motor der Firma Bosch, G., die Frage der Lösung nähergebracht ist[2]. Ähnliches ınte man auch den Ausführungen von Prof. Dr. Neu-ınn, Hannover, entnehmen, der über Untersuchungen Dorner-Motor sprach[3]. Allgemeiner gehalten waren Ausführungen von Prof. Langer, Aachen, über Wer-g von Verbrennungsmotoren[4], während sich Dr.-Ing. Richter, Wien, mit dem Problem des Zündermotors flüssige Brennstoffe befaßte und bei diesen an sich schon ktisch recht gut entwickelten Motoren noch eine Reihe sthaft zu untersuchender Fragen aufdeckte[5].

In der gleichzeitig unter dem Vorsitz von Geheimrat of. Dr.-Ing. de Thierry und später von Ministerialrat D. Busch tagenden Mitgliederversammlung der Deut-en Gesellschaft für Bauingenieurwesen[6] be-ıtete Strombaudirektor Konz, Stuttgart, über die Neckar-nalisierung[7], von der am Montag ein kleiner Abschnitt Rahmen der Besichtigungen der Hauptversammlung in genschein genommen wurde. Technische und künstlerische gen des Brückenbaues besprach Oberbaurat Schaech-rle, Stuttgart[7], und Ministerialrat Dr.-Ing. Eller-ck behandelte den neuesten Entwurf zum Schiffshebe-k Niederfinow des Hohenzollernkanals[8].

Am Nachmittag war Ministerialrat Ellerbeck Leiter Fachsitzung „Anstrichtechnik", ein Zeichen da-, welche Aufmerksamkeit gerade die Bauingenieure diesen gen entgegenbringen[9]. Wie die Ausführungen von -Ing. Nettmann in dieser Fachsitzung zeigten, blühen r auch dem Maschineningenieur zahlreiche Aufgaben[10]. Insbesondere sind es die mechanischen Anstreichverfahren, die zu ihrer Ausbildung der Mitarbeit des Ingenieurs bedürfen.

Die Prüfung der Anstriche, über die Dr. Schulz von der Reichsbahn berichtete[11], betrifft mehr den Chemiker, ebenso auch die Frage des Eisenschutzes durch Anstrich[12], über die an Stelle des erkrankten Prof. Dr. Maaß, Berlin, Dr.-Ing. Adrian sprach, wenn auch die eigentlichen Nutznießer aller dieser Schutzmaßnahmen die Maschinen- und Bauingenieure sind. Die umfangreichen Erörterungen, die sich den Vorträgen anschlossen, und die rege Beteiligung an den Versuchen über Farbspritzen bewiesen, welch lebhaftes Bedürfnis der V. d. I. durch die Abhaltung einer derartigen Veranstaltung befriedigt hat.

Im Laufe des Nachmittags fanden weiter eine Obmännerversammlung der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure und eine Strom- und Hafenrundfahrt statt. Abends folgten die Ingenieure einer Einladung des Mannheimer Bezirksvereins in den Rosengarten. Hier begrüßte Dir. Fröber, der Mannheimer Vorsitzende, als liebenswürdiger Gastgeber, die zum Teil aus weiter Ferner herbeigeeilten Gäste.

Frühzeitig am Sonntag, dem **29. Mai**, rief die Arbeit die Teilnehmer wieder zusammen. Galt es doch, an diesem Tage die eigentliche Hauptversammlung zu begehen. Während der geschäftlichen Verhandlungen, über deren Ergebnis schon berichtet worden ist[13], wies Prof. Matschoß nachdrücklich auf die im Herbst stattfindende Werkstofftagung hin und forderte die Mitarbeit der jüngeren Kräfte in den Bezirksvereinen. Die wissenschaftlichen Verhandlungen eröffnete der Vorsitzende des Hauptvereins, Dr. Wendt, um 10 Uhr. Er dankte der Stadt Mannheim, begrüßte die Gäste und gab die Ehrungen bekannt, die der Verein in diesem Jahre beschlossen hat: Prof. Junkers, der bekannte Pionier des Flugzeugbaues, tritt in die Reihe der Inhaber der Grashof-Denkmünze, und der Oesterreicher, Geheimrat Exner, und Kommerzienrat Hermann Röchling werden Ehrenmitglieder des Vereins. Prof. Junkers und Kommerzienrat Röchling waren persönlich erschienen und dankten der Versammlung in bewegten Worten. Auch der badische Staatspräsident Dr. Trunk und der Oberbürgermeister von Mannheim, Dr. Kutzer, begrüßten die Versammlung und wiesen besonders auf die Bedeutung des Ingenieurs für das Staatsleben und die städtische Verwaltungsarbeit hin.

Ein recht glückliches Zusammentreffen war es, daß unmittelbar auf die Ehrung Junkers als eines Vorkämpfers technischen Fortschrittes der von Prof. Heidebroek gehaltene Vortrag über „Technische Pionierleistungen als Träger industriellen Fortschritts" folgte[14]. Wurde hier die Unentbehrlichkeit der Technik zur Unterhaltung der großen Menschenmassen, die heute die Welt bevölkern, dargelegt und die Bedeutung der technisch schaffenden Persönlichkeit in groß angelegten allgemeinen Ausführungen ins rechte Licht gerückt, so gab der andre Hauptvortrag, über die neuzeitliche technische Entwicklung der Deutschen Reichspost[15], den Ministerialrat Kruckow hielt, einen Einblick in technische Leistungen auf einem wichtigen Sondergebiet.

So wie am Vormittag die wissenschaftlichen Veranstaltungen ihren Höhepunkt erreicht hatten, so die gesellschaftlichen Veranstaltungen am Abend des 29. Mai mit dem gemeinsamen Essen im Rosengarten. Der Vorsitzende des V. d. I., Dr. Wendt, begrüßte die Gäste und feierte das deutsche Vaterland und den V. d. I., der Kurator des Vereines, Geheimrat Lippart, hob die Verdienste der Mannheimer Industrie hervor und spendete der Stadt Mannheim besonderes Lob. Kommerzienrat Dr. Clemm, Waldhof, dankte im Namen der Gäste und betonte die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Industrie.

Am **30. Mai** begann um ½9 Uhr morgens die Fachsitzung „Dampftechnik", die am Nachmittag noch fortgesetzt wurde. Diese Sitzung, die unter dem Vorsitz von Prof. Eberle tagte, war besonders stark besucht. An der Spitze stand der Vortrag von Prof. Eberle, Darmstadt, über das heute so wichtige Thema: „Kupplung von Kraft- und Heizwerken"[16] zum Zwecke der gemeinsamen, möglichst weitgehenden Energieausnutzung. Die Ausführungen Eberles sowie die Vorträge von Prof. Thum, Darmstadt, über „Werkstoffe im Dampfturbinenbau"[17] und von Obering

[1] Die Beschlüsse sind in Z. Nr. 23 vom 4. Juni 1927 S. 839 veröffentlicht.
[2] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 765.
[3] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 775.
[4] Vergl. Z. Nr. 26 (1927) S. 914.
[5] Dieser Vortrag, s. a. Z. Nr. 22 (1927) S. 764, sowie ein besonderer Bericht über die Fachsitzung „Verbrennungsmotoren" werden noch erscheinen.
[6] Vergl. Z. Nr. 27 (1927) S. 963.
[7] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 786; ausführliche Veröffentlichung folgt.
[8] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 787.
[9] Vergl. Z. Nr. 26 (1927) S. 918.
[10] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 803.
[11] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 763.
[12] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 774.
[13] Vergl. Z. Nr. 23 (1927) S. 840.
[14] Vergl. Z. Nr. 23 (1927) S. 841.
[15] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 737.
[16] Arch. f. Wärmew. Bd. 8 (1927) S. 204.
[17] Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 753.

Stein, Berlin, über „Selbsttätige Feuerungsregelung[18]) waren Gegenstand lebhafter Erörterungen. Ausgezeichnet wurde auch der Vortrag von Dr.-Ing. Münzinger, Berlin, über „Dampfkessel für Großkraftwerke“[19]) aufgenommen, dessen Hinweis auf die zielbewußten Arbeiten Georg Klingenbergs am Großkraftwerk Klingenberg von neuem das Bedauern über das frühe Hinscheiden dieses Mannes wach werden ließ.

Nicht minder starken Besuch zeigte auch die gleichzeitig tagende Fachsitzung „Ausbildungswesen[20]), deren Vorsitz Geheimrat Lippart führte. Lippart war auch der erste Vortragende. Er sprach über die „Praktikantenausbildung in industriellen Werken“[21]). An seine Ausführungen, insbesondere die von ihm aufgestellten Leitsätze knüpften sich lebhafte Erörterungen.

Auf die Aufgaben, die sich dem Ingenieur außerhalb der Maschinenindustrie in so reichem Maße bieten, wiesen ausdrücklich Prof. Conrad Matschoß ganz allgemein und nach ihm Dr. Gminder, Reutlingen, für das Gebiet der Textilwirtschaft, Dr.-Ing. Garbotz, Berlin, für die Großbauwirtschaft und Dr.-Ing. Bramesfeld, Darmstadt, für die chemische Industrie und die Möbelindustrie hin[22]). Die in den Vorträgen und der angeregten Erörterung gewonnenen Erfahrungen werden jetzt vom Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen weiter behandelt.

Die Fachsitzung „Betriebstechnik“[23]), die letzte wissenschaftliche Veranstaltung dieser Hauptversammlung, brachte ebenfalls reichen Gewinn für alle Teilnehmer, insbesondere dadurch, daß hier die bisher nicht sonderlich stark behandelte Holzverarbeitung den Verhandlungsgegenstand bildete. Sehr bemerkenswert war diese Fachsitzung dadurch, daß ein Nichttechniker, Oberförster Dr. Hausendorff, Grimnitz, das Holz als Werkstoff behandelte[24]). Die Zusammenarbeit zwischen dem Forstbetrieb und der Industrie stand dabei im Vordergrunde der Betrachtung und der Erörterung. Aber auch die Vorträge von Obering. Müller, Spandau, über „Arbeitsvorbereitung und Betriebsmittel in der Holzbearbeitung“[25]) und von Oberreg.- und Baurat Bardtke, Wittenberge, über „Die Massenherstellung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerkstätten“[26]) gaben Anlaß zu lebhaftem Meinungsaustausch. Insbesondere wurde gezeigt, wie gerade beim Holz große Verluste durch Normung und durch Veredlung des Holzes und durch seine Verwendung als Sperrholz zu vermeiden sind.

Die Besichtigungen führten in nahezu sämtliche Betriebe der Mannheimer Industrie. Besonders zahlreiche Meldungen lagen vor für die Besichtigung des Werkes Oppau der I.-G. Farbenindustrie und die neuen Anlagen der Neckarkanalisierung.

Den gesellschaftlichen Abschluß der Hauptversammlung bildeten ein Schloßfest in Heidelberg am 30. Mai und der Pfalz-Saar-Tag, der am Dienstag, dem **31. Mai**, noch eine stattliche Zahl der Mitglieder in Neustadt a. d. Haardt vereinigte.

Die 66. Hauptversammlung hatte überhaupt einen sehr starken Besuch aufzuweisen. Etwa 2200 Personen: Mitglieder des Vereines nebst Angehörigen und Gäste nahmen an ihr teil. [N 614] G

[18]) Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 802, ausführliche Veröffentlichung folgt.
[19]) Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 752, ausführliche Veröffentlichung folgt.
[20]) Besonderer Bericht folgt.
[21]) Vergl. Z. Nr. 28 (1927) S. 993.
[22]) Der vollständige Bericht über diesen Teil der Fachsitzung erscheint in den „Abhandlungen und Berichten des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen“ als Teillieferung von Bd. 9.
[23]) Vergl. Z. Nr. 27 (1927) S. 954.
[24]) Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 764.
[25]) Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 797.
[26]) Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 746, ausführlicher Abdruck folgt.

Abb. 1
Ansicht des Hochdruck-Versuchskessels für 120 at

Dampftechnik

Versuchskessel für 120 at Betriebsdruck[1])

(Mitteilung aus dem Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München)

Die maßgebenden Gesichtspunkte für den Bau eines Dampfkessels, der zur Durchführung von wissenschaftlichen Versuchen dienen soll, unterscheiden sich in mancherlei Hinsicht von den sonst im Kesselbau gewohnten. Wohl müssen in allen Fällen die behördlich festgelegten Bedingungen bezüglich des Kesselbaustoffs und der dem Druck entsprechend bemessenen Wanddicke erfüllt sein. Wenn hinsichtlich der sonstigen, für die Betriebsicherheit geltenden Vorschriften Erleichterungen eintreten, so ist dies dadurch gerechtfertigt, daß der Versuchskessel während seiner vorübergehenden Benutzung viel besser gewartet und beaufsichtigt wird, als dies im allgemeinen bei Fabrik- oder Kraftanlagen der Fall ist. Die gute Überwachung während des Betriebes rechtfertigt es auch, von den für den Ort der Aufstellung geltenden baulichen Vorschriften abzuweichen, bei deren Einhaltung man oft gezwungen wäre, den Versuchskessel von den übrigen Teilen der Meßanordnung zu trennen, was die Regelung des Kesselbetriebes erschweren und die erzielte Versuchsgenauigkeit beeinträchtigen würde.

Der im folgenden näher beschriebene Hochdruck-Versuchskessel, Abb. 1 bis 3, dient als Dampferzeuger für Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Wasserdampfes; er ist in Verbindung mit den übrigen Teilen der Meßanordnung in der großen Versuchshalle des Laboratoriums für Technische Physik der Technischen Hochschule München aufgestellt. Der wichtigste Gesichtspunkt für den Entwurf des Kessels war, daß bei der jeweils für den Versuch benötigten Dampfmenge der Kesseldruck in einfacher Weise auf möglichst gleich bleibender Höhe gehalten werden sollte. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, hätte darin bestanden, den Wasserinhalt und damit die Abmessungen des Kessels entsprechend groß zu wählen. Dieser Ausführung standen jedoch die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten entgegen; gleichzeitig hätte die große thermische Trägheit eines derartigen Kessels eine rasche Umstellung des Dampfdruckes auf andre Höhe nach Abschluß eines Versuches gehindert. In gegenseitiger Abwägung dieser beiden Umstände, also der Trägheit während des Versuches und der raschen Umstellmöglichkeit nach Abschluß des Versuches, wurden die Abmessungen des Kessels klein gehalten und zur Erzielung der verlangten Gleichförmigkeit des Druckes eine entsprechend ausgebildete elektrische Heizung in den Kessel eingebaut.

Der höchste Betriebsdruck, für den der Versuchskessel gebaut wurde, beträgt 120 at. Der Kesselkörper besteht aus einer nahtlosen, aus einem Stück geschmiedeten und beiderseits zugekümpelten Trommel von 915 mm Außendurchmesser und 1750 mm Höhe. Er faßt in normal gefülltem Zustand etwa 0,6 m³ Wasser. Die Wanddicke beträgt im zylindrischen Teil 70 und in den zugekümpelten Enden 110 mm. Das oben angebrachte ovale Mannloch hat 320/425 mm W. Der Kessel ist zur Verringerung der Wärmeverluste mit einer 120 mm dicken Lage von Lambda-Isoliersteinen ummkleidet und ruht auf einem mit ihm verbundenen Trägergestell, so daß der Ort der Aufstellung beliebig gewählt und verändert werden kann.

Als Baustoff für den Kesselkörper wurde Flußstahl verwendet; die damit durchgeführten Festigkeitsprüfungen ergaben folgende Werte:

[1]) Für die Ausdehnung der Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Wasserdampfes auf höhere Drücke hat der Verein deutscher Ingenieure Mittel bereitgestellt und sich um die Beschaffung der Versuchsgeräte bemüht. Auf sein Ersuchen haben sich bei der Herstellung folgende Firmen beteiligt: Hanomag, Hannover: Konstruktion und Zusammenbau des Kessels; Preß- und Walzwerk A.-G. Reisholz: Herstellung der Kesseltrommel; Elektrobeheizung, G. m. b. H. Nürnberg: Lieferung der elektrischen Heizeinrichtung; Sempell, M.-Gladbach: Lieferung eines Teiles der Armaturen; Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau: Lieferung der Manometer; Rheinhold & Co., Berlin: Lieferung und Herstellung der Isolierung; Weise & Monski, Halle a. S.: Lieferung der Speisepumpe. Das Laboratorium für Techn. Physik ist für diese Unterstützung allen Beteiligten zu besonderem Dank verpflichtet.

Abb. 2 und **3**
Versuchskessel für 120 at im Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München

Probe 1) (Tangentialprobe vom Ende des noch nicht zugekümpelten, nicht geglühten Kessels entnommen) 46 kg/mm² Festigkeit, 19,5 vH Dehnung;
Probe 2) (ebenfalls vom Ende des noch nicht zugekümpelten Kessels entnommen, jedoch mit dem gekümpelten Kessel geglüht und warm gerade gerichtet) 45,9 kg/mm² Festigkeit, 25 vH Dehnung.

Die Kesselausrüstung besteht aus einem Wasserstand-
zer, einem Manometer, einem federbelasteten Sicherheits-
ıtil, einem Dampfentnahmeventil, einem Speiseventil und
ließlich dem am Boden sitzenden Ablaßventil. Sämtliche
schlußstutzen für die Armaturen sind eingeschraubt, ge-
lzt und gebördelt.

Wie bereits erwähnt, ist der Kessel für elektrische Be-
zung eingerichtet. Bei ihrer Ausführung mußte zunächst
den Anschluß an das vorhandene Gleichstromnetz von
V Rücksicht genommen werden. Durch 16 Patronenheiz-
per, die je 1,2 kW aufnehmen, können dem Kessel insge-
ıt 19,2 kW zugeführt werden. Um die unmittelbare Berüh-
g der Heizkörper mit dem Kesselwasser zu verhindern und
vom Kesseldruck zu entlasten, um außerdem die Heizkör-
auch während des Betriebes auswechseln zu können, hat
n jede Heizpatrone in einem besonderen, in die Kessel-
ad eingewalzten und am innenliegenden Ende geschlosse-
Siederohr untergebracht. Die Weite dieser Rohre beträgt
nm und ist derart bemessen, daß sie zur Erzielung eines
en Wärmeübergangs durch die Heizpatrone gut passend
gefüllt wird.

Die aus den Siederohren ragenden Köpfe der Heiz-
ronen tragen je drei Anschlußklemmen, die zur Strom-
ihrung zunächst mit einem kleinen Klemmbrett und von
t aus mit dem eigentlichen Schaltpult, s. Abb. 1, rechts,
bunden sind. Mit Rücksicht auf die verlangte weit-
ende Regelbarkeit sind je vier Heizpatronen zu einer
ppe zusammengefaßt, deren Stromaufnahme vom Schalt-
pult aus mittels Reihenparallelschalter in drei Stufen verändert werden kann. Zur Feineinstellung kann schließlich durch einen seitlich am Schaltpult angebrachten Schiebewiderstand auch die Stromaufnahme einer Stufe der einen Gruppe vermindert werden. Am Schaltpult befinden sich außerdem die Meßgeräte für Spannung und Stromstärke, weiter ein durch ein dünnes Kupferrohr mit dem Kessel verbundenes größeres Präzisionsmanometer[2]), so daß die zur Einstellung und Einhaltung eines gleichmäßigen Kesseldrucks notwendigen Vorrichtungen leicht überwacht und bedient werden können.

Wie die Heizung, muß auch die Speisung des Kessels weitgehend und leicht regelbar sein und ihm jeweils dasselbe Gewicht an Wasser zuführen, das an Dampf daraus entnommen wird. Diesen Zweck erfüllt eine elektrisch angetriebene einfachwirkende Tauchkolbenpumpe mit 15 mm Dmr. und 60 mm Hub; bei der Nenndrehzahl von 80 Uml./min fördert sie 50 l/h. Die Fördermenge soll in erster Linie durch die Drehzahl des Motors eingestellt werden; er ist deshalb mit einem Regelanlasser versehen und kann außerdem zur Erzielung eines völlig gleichmäßigen Ganges an die Akkumulatorenbatterie des Laboratoriums angeschlossen werden. Zur Feineinstellung der Pumpenleistung dient schließlich ein Umlaufnadelventil.

Damit man nötigenfalls dem Kessel eine größere Dampfmenge entnehmen kann, als mit der eingebauten elektrischen Heizung allein erzeugt werden kann, wurde zwischen Kessel und Speisepumpe noch ein elektrisch beheizter Speisewasservorwärmer, wie aus Abb. 1 ersichtlich, eingebaut.

Die bis jetzt angestellten Vorversuche an dem Hochdruckkessel berechtigen zu der Annahme, daß er sich für die Durchführung der Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Wasserdampfes bis zum angegebenen Höchstdruck gut eignen wird; bei der Veröffentlichung der Versuchsergebnisse wird hierüber noch berichtet werden.

München [M 483] E. Raisch und We. Koch

[2]) War zur Zeit der Aufnahme des Lichtbildes noch nicht eingebaut.

Wärme

Wärmeübergang und Turbulenz

Verbindung der Wärmeaustauschformel mit der Strömungsgleichung. Beziehung zwischen den beiden Zahlenbeiwerten. Prüfung durch die Versuchsergebnisse von Nußelt.

Strömt ein Gas von der Temperatur T im Achsenabstand z durch ein Rohr vom Halbmesser r, dessen Wand durch Heizung mit Dampf von außen auf der unveränderlichen Temperatur $T_0 > T$ gehalten wird, so tritt ein Wärmeaustausch mit Erhöhung der Gastemperatur von T_1 auf T_2 ein. Dabei ist das Element $\mathrm{d}\,Q$ des Wärmeflusses in der Zeiteinheit verhältnisgleich dem örtlichen Temperaturunterschied $T_0 - T$ zwischen der Rohrwand und dem Gas sowie der Fläche $2\,\pi\,r\;\mathrm{d}\,z$ des Teilchens der Rohrwand, also mit einem Beiwert α des Wärmeaustausches

$$\mathrm{d}\,Q = \alpha\,(T_0 - T)\,2\,\pi\,r\,\mathrm{d}\,z \quad (1).$$

Diese Wärme steigert aber auch die Temperatur des in der Zeiteinheit strömenden Gasgewichtes um $\mathrm{d}\,T$, so daß mit dem Raumgewicht γ, der spezifischen Wärme c_p und der entsprechenden mittleren Stromgeschwindigkeit w dieser Gasmenge auch

$$\mathrm{d}\,Q = \pi\,r^2\,w\,\gamma\,c_p\,\mathrm{d}\,T \quad (2).$$

Hierin kann man den nahezu unveränderlichen Wärmewert des strömenden Gasgewichtes durch das bequemer meßbare Produkt aus dem Volumen V in der Zeiteinheit und der spezifischen Wärme der Raumeinheit C_p ersetzen, also mit

$$\pi\,r^2\,w\,\gamma\,c_p = V\,C_p \quad (3)$$

$$\mathrm{d}\,Q = V\,C_p\,\mathrm{d}\,T \quad (2a)$$

schreiben.

Nach Gleichsetzen mit dem Wert in Gl. (1) ergibt alsdann die Integration zwischen T_1 und T_2 auf dem Wege $z_2 - z_1 = l$ die Formel

$$\frac{2\,\pi\,\alpha\,r\,l}{V\,C_p} = \lg\frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} \quad (4),$$

aus der man unter Einführung der gemessenen Temperaturen und des Gasvolumens bei bekannter Größe von C_p den Beiwert α durch den Versuch ermitteln kann.

Die Strömung erfordert aber auch ein Druckgefälle

$$-\frac{\mathrm{d}\,p}{\mathrm{d}\,z} = \frac{\lambda\,\gamma}{r}\,\frac{w^2}{2\,g} \quad (5).$$

Darin ist λ ein Zahlenbeiwert, der mit der absoluten Reynoldsschen Kennzahl $R = \frac{w\,\gamma\,r}{g\,\mu}$ (μ = Zähigkeit) sich derart ändert, daß unterhalb des kritischen Wertes $R_k = 1160$ das Produkt $\lambda\,R = 16$ beständig bleibt und sich von da einer

Asymptote mit der durch die Rauhigkeit $\lambda = \lambda_0$ gegebenen Neigung nähert[1]). Setzt man statt Gl. (5)

$$\frac{1}{\gamma}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}z} = \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}z} = -\frac{\lambda w^2}{r\,2g} \quad \ldots \ldots \ldots (5a),$$

so bedeutet die linke Seite den Energieverlust der Gewichteinheit auf der Längeneinheit, bedingt durch die Bewegungswiderstände. Die rechte Seite besagt dagegen, daß dieser Verlust dadurch hervorgerufen wird, daß auf der Längeneinheit der Bruchteil $\lambda : r$ der strömenden Gewichteinheit durch den Einfluß der Rohrwand die ganze Wucht der Strömung eingebüßt hat. Das aber ist nur dadurch möglich, daß dieser Bruchteil aus dem Innern des Stromes an die Wand gelangt und dort in Wirbelung gerät.

Außerdem nimmt aber dieser Bruchteil, der die Grenzschicht erfüllt, dort eine Temperatur T' an, die zwischen der jeweiligen Mitteltemperatur T des Gasstromes und derjenigen T_0 der Wand liegt, so daß in erster Annäherung

$$2\,T' = T_0 + T \quad \ldots \ldots \ldots (6)$$

ist. Werden die Wirbel mit dieser Temperatur wieder vom Gesamtstrom ergriffen und in diesem aufgelöst, so mischen sie sich derart, daß die Temperatur des Stromes um $\mathrm{d}T$ steigt, so daß auf dem Wege $\mathrm{d}z$

$$\frac{\lambda}{r}(T' - T)\,\mathrm{d}z = \mathrm{d}T \quad \ldots \ldots \ldots (7)$$

oder mit Gl. (6)

$$\frac{\lambda}{2\,r}(T_0 - T)\,\mathrm{d}z = \mathrm{d}T \quad \ldots \ldots \ldots (7a)$$

wird. Dabei ist die Wärmeentwicklung durch Vernichtung der Strömungsenergie wegen der Geringfügigkeit der entsprechenden Temperaturerhöhung vernachlässigt. Alsdann folgt durch Integration von Gl. (7a) zwischen den Gastemperaturen T_1 und T_2 auf dem Wege $z_2 - z_1 = l$:

$$\frac{\lambda\,l}{2\,r} = \lg\frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} \quad \ldots \ldots \ldots (8),$$

wonach man auch den Widerstandsbeiwert λ aus der Temperaturerhöhung bei der Strömung ermitteln kann.

Verbindet man aber Gl. (4) und (8), so ergibt sich unter Ausschaltung der Temperaturen sowie der Meßlänge l

$$\lambda = \frac{4\,\pi\,r^2}{C_p}\,\frac{\alpha}{V} \quad \ldots \ldots \ldots (9)$$

oder auch mit Gl. (3)

$$4\,\alpha = \lambda\,\gamma\,c_p\,w \quad \ldots \ldots \ldots (9a)$$

sowie nach Einführung der Reynoldsschen Kennzahl R und der kinematischen Zähigkeit $\nu = \frac{g\,\mu}{\gamma}$

$$\alpha = \frac{\lambda\,R}{4}\,\frac{\nu\,\gamma\,c_p}{r} \quad \ldots \ldots \ldots (9b)$$

für den Zusammenhang zwischen der Wärmeaustauschzahl α mit dem Widerstandsbeiwert λ und der Stromgeschwindigkeit w. Doch ist noch zu beachten, daß sich im allgemeinen nach der obigen Bemerkung λ mit R, also auch mit w nach der Turbulenzgleichung ändert, was streng genommen bei der Integration von Gl. (6) hätte berücksichtigt werden müssen, bei kurzer Meßstrecke dagegen wenig ins Gewicht fällt.

Zur Prüfung der vorstehenden Ergebnisse stehen nun Versuche von W. Nusselt[2]) zur Verfügung, bei denen Luft bei Drücken zwischen 1 und 16 at mit Geschwin keiten von 0,3 bis 30 m/s und Temperaturänderungen schen 17 und 86° in einem mit Dampf von rd. 102° außen geheizten glatten Messingrohr von 1,1 cm inne und 1,3 cm äußerem Halbmesser strömte. Die Abhängig des Beiwertes α von w zeigt fast genau denselben Ver wie die Turbulenzkurven[3]) der Abhängigkeit $\lambda R = f$ woraus schon Nusselt auf die Verwandtschaft beider gänge schloß.

Im Turbulenzbereich ergab sich nun im Mittel das hältnis $\alpha : V \approx 2$, wobei für alle Versuche V in m³ auf bei 15° bezogen war. Mit $C_p = 0{,}3$ und $\pi r^2 = 3{,}8\ \mathrm{cm}^2$ f dann mit Gl. (9) fast genau:

$$\lambda = 0{,}01$$

in bester Übereinstimmung mit bekannten Versuchser nissen aus dem Druckabfall bei turbulenter Strömung. kritische Reynoldssche Kennzahl $R = 1160$ entspricht für Nusseltsche Versuchsanordnung einer kritischen St geschwindigkeit von rd. $w = 1{,}6$ m/s. Unterhalb dieser schwindigkeit, also im laminaren Bereich, erhielt Nus unabhängig von w für die mittlere Wärmeübergangzahl Luft von rd. 1,14 at $\alpha = 7{,}5/3600\ \mathrm{kcal/m^2s\ °C}$, wobei Mitteltemperatur von 70° die kinematische Zähig $\nu = 20 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m^2/s}$ sowie ein Raumgewicht von 1,15 k zugehörte. Damit liefert Gl. (9 a) mit $c_p = 0{,}24$

$$\lambda\,R = \frac{4\,\alpha\,r}{\nu\,\gamma\,c_p} = 15{,}4,$$

während nach der Strömungstheorie $\lambda R = 16$ für die minare Bewegung sein sollte.

Diese gute Übereinstimmung im laminaren Berei die sich nach den Nusseltschen Schaubildern wegen der portionalität von α mit dem Raumgewicht γ auch auf höheren Drücke erstreckt, scheint zunächst überraschend die Formeln nur für die Turbulenz abgeleitet wurden. wird aber dadurch erklärlich, daß der Zusammenhang schen α und λ auch den kritischen Zustand umfaßt, unter dessen nach den Lehren der kinetischen Gastheorie zwis dem Beiwerte der Wärmeleitung und der inneren Reib Verhältnisgleichheit herrschen muß, während ander dort das Produkt λR von der Geschwindigkeit unabhän bleibt. Eine Abweichung von der Theorie besteht nur sofern, als die Nusseltschen Schaubilder für α im Ge satz zu denen für λR, die aus dem Druckgefälle für kritischen Zustand abgeleitet wurden, keine Unstetigkei kennen lassen. Sieht man hiervon ab, so bestätigen die suche den Zusammenhang, Gl. (9), bzw. (9 a) mit (9 b), Wärmeübergangzahl mit dem Widerstandsbeiwert im ga Strombereich, womit wenigstens für Gase auch die l gesuchte Abhängigkeit des Wärmeübergan von der Stromgeschwindigkeit gegeben während der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit der W in dem Beiwerte λ steckt[4]), der sich mit steigender schwindigkeit der Wandrauhigkeit λ_0 nähert. [N 44

Danzig H. Lorer

[1]) Lorenz, Das Turbulenzproblem für das gerade Kreisrohr, Phys. Z. Bd. 26 (1925) S. 557 u. Ergänzungsheft „Techn. Mechanik" der Z. Bd. 69 (1925) S. 29.

[2]) Nusselt, Der Wärmeübergang in Rohrleitungen, Z. Bd. 54 (1909) S. 1750. Außerdem liegen noch Versuche von Poensgen „Ueber die Wärmeübertragung von strömendem überhitztem Wasserdampf an Rohrwandungen und von Heizgasen an Wasserdampf" Z. Bd. 60 (1916) S. 27 u. 47 vor, die mit denen von Nusselt gut übereinstimmen.

[3]) Lorenz a. a. O.

[4]) Vergl. Auerbach u. Hort, „Handbuch d. phys. u. t Mechanik" Leipzig 1927, Artikel „Strömung und Turbulenz" H. Lorenz, Bd. V, S. 157, der eine Zusammenfassung der bishe Turbulenzforschungen darstellt.

Abb. 7
Aufzugmaschinen von gleicher Leistung. Ausführungen mit verschiebbarem Anker (rechts) und mit Bremsmagneten (links). Das Bild zeigt die Raumersparnis der neuen Ausführung.

Abb. 8
Schwere Ausführung der Aufzugmaschine mit verschiebbare Anker und mit Vorgelege.

Abb. 4 bis 6
Aufzug-Maschine von Carl Flohr A. G., Berlin
a verlängerte Motorwelle
b Hülse
c Kniehebelgelenk
d Bremsbacken
e Motor
f Feder

Hebezeuge

Neuartige Aufzugmaschine

Eine neue Aufzugmaschine von Carl Flohr, A.-G., Ber- weicht von andern Ausführungen dadurch ab, daß zum rieb ein Elektromotor mit verschiebbarem Anker ge- ılt wurde.

Die Motoren mit verschiebbarem Anker sind an sich annt. Sie werden z. B. in der Kraftwagenindustrie als aßmotoren verwendet. Die axiale Schubkraft im Anker d dadurch hervorgerufen, daß man dem Anker und den dmagneten eine kegelige Form gibt, so daß beim Erregen Maschine der Anker im Sinne des zulaufenden Kegels in Feld hineingezogen wird. Der axiale Druck wird hierbei ch Kugellager aufgefangen, weitere Reibungsverluste en infolgedessen nicht auf.

Bei der neuen Aufzugmaschine, deren Aufbau aus). 4 bis 6 zu ersehen ist, wird nun die axiale Schubkraft ı Lüften der Bremse ausgenutzt. Auf der verlängerten orwelle *a* sitzt eine Hülse *b*, die über Kniehebelgelenke *c* Bremsbacken *d* lüftet, sobald der Motor *e* einen Strom- 3 bekommt und der Anker sich verschiebt. Wird die schine stromlos, so drückt eine Feder *f* den Anker in ne ursprüngliche Lage zurück und schließt damit gleich- ig die Bremse.

Durch diese Anordnung werden die bisher verwendeten msmagnete überflüssig. Dies bedeutet eine wesentliche parnis an Raum und eine Erhöhung der Betriebsicher- t. Die Bremsmagnete mußten in örtlicher Trennung vom Motor angeordnet werden, erforderten daher elektrische Verbindungsleitungen, die häufig Anlaß zu Störungen gaben und außerdem waren sie selbst, besonders bei verstärktem Betrieb, oft genug die Quelle von Betriebstörungen. Das mit dem Ansprechen der Bremsmagnete auftretende Geräusch fällt bei der beschriebenen Aufzugmaschine ebenfalls fort. Die Raumersparnis, die gegenüber der Ausführung mit Bremsmagneten erreicht wird, ist aus Abb. 7 zu ersehen.

Bei Gleichstrombetrieb ist ein Durchgehen der Maschine infolge Ausbleiben des Feldes, wie es bei gewöhnlichen Maschinen vorkommen kann, ausgeschlossen, da in diesem Falle der Anker in seine anfängliche Stellung zurückgedrückt und damit die Bremse geschlossen wird.

Abbildung 8 zeigt eine schwere Ausführung der Maschine mit Vorgelege zum Antrieb größerer Aufzüge. Die neue Maschine eignet sich besonders für den einfachen Personenaufzug von mittelhohen Mietshäusern.

[M 265] E. M.

Kleine Mitteilungen

Luftverkehr in der Schweiz 1926

Das internationale Luftverkehrsnetz der Schweiz setzte ı im Jahre 1926 aus 14 Strecken zusammen, auf denen ı den Flugzeugen zweier schweizerischer Luftverkehrs- ellschaften: Ad Astra (Schweizerische Luftverkehrs G., Zürich) und Balair (Basler Luftverkehrs A.-G., el) und drei anderen Gesellschaften: der deutschen Luft- ısa A.-G., Berlin, der Imperial Airways, Ltd., London, l der Air Union, Paris, 793 500 km zurückgelegt wurden. von hundert fahrplanmäßig angesetzten Flügen wurden sächlich ausgeführt, 80,6 vH verliefen pünktlich. Auf den rkehrsflugstrecken ereignete sich kein Unfall, der nach- ige Folgen für die Insassen der Luftfahrzeuge gehabt te. Nach weiteren Angaben der Schweizerischen Gesandt- aft verwenden die Schweizer Luftverkehrsgesellschaf- Junkers-Flugzeuge (Bauart F 13) und Fokker-Flug- ge (Bauart F II und F III). Es gibt dort vier Ver- ırsflughäfen: Zürich-Dübendorf, Basel-Birsfelden, Genf- intrin, Lausanne-Blécherette. („Schweizerische Bau- tung" 9. Juli 1927 S. 21) [N 651 a] Gw.

Brückenauswechslung ohne Unterbrechung des Verkehrs

Auf der Eisenbahnstrecke Bordeaux—Paris wird gegen- rtig bei Cabariot, in der Nähe von Rochefort, eine neue icke gebaut. Um den wichtigen Verkehr auf dieser ecke nicht zu unterbrechen, beschloß man, die alte icke von 85 m Länge und 8,8 m Breite auf einmal zu fernen und an die Stelle zu setzen, über die während des ues der neuen Brücke der Verkehr geführt werden sollte. rd. 400 t schwere Brücke wurde mit Hilfe von vier Kranen so umgesetzt, daß die Züge binnen einer Stunde umgeleitet werden konnten. („The Engineer" 8. Juli 1927 S. 41) [N 651 b] Sd.

Schnellaufende Dieselmotoren in England

Die diesjährige Ausstellung der Royal Agricultural Society in Newport bedeutet einen großen Erfolg für die in Deutschland entwickelten Bauarten von schnellaufenden Fahrzeug-Dieselmotoren. John Fowler & Co., Leeds, stellte einen Motor-Seilpflug von 70 PS aus, zu dessen Antrieb ein MAN-Dieselmotor der bekannten Bauart diente. Die Firma soll sich aber noch abwartend zur Frage der Verwendung von Dieselmotoren für Kraftpflüge verhalten, obgleich Versuche in ihren eigenen Werkstätten als Brennstoffverbrauch 220 bis 280 g/PSh ergeben haben. Auch die bekannten sonstigen Vorteile dieses Motors, das Anspringen aus dem kalten Zustande, die offenen Düsen, die Ausschaltbarkeit von Zylindern bei kleiner Last werden bestätigt. Auf dem Stande von J. & H. Mc Laren, Leeds, waren eine Motor-Seilwinde für Pflüge mit 60/70 PS-Benz-Dieselmotor und eine Straßenwalze mit 30/35 PS-Benz-Dieselmotor ausgestellt, die bei Vergleichsversuchen gegenüber Maschinen mit Benzin- und Dampfantrieb günstige Ergebnisse geliefert haben sollen. („The Engineer" 8. Juli 1927 S. 38/40*) [N 651 c] H.

Elektrische Maschinen aus geschweißtem Stahl

Die General Electric Co. stellt neuerdings viele Teile elektrischer Maschinen aus Walzstahl statt aus Gußeisen oder Stahlguß her. So werden z. B. die Ständergehäuse aus Stahlblech von entsprechender Dicke gebogen; bei kleineren

Maschinen werden diese Bleche zu einem vollen Kreis gebogen und an den Enden verschweißt; bei größeren Maschinen mit geteilten Gehäusen werden die Platten zu Viertel- und Halbkreisen gebogen. Die Füße und die Flanschen zum Zusammenschrauben werden angeschweißt. In ähnlicher Weise werden Grundplatten, Lagerböcke, Läufersterne usw. aus gewalztem Stahl zusammengeschweißt. Besondere Vorteile ergeben sich bei großen Maschinen, die einzeln hergestellt werden; man vermeidet Modell- und Gußkosten und spart Herstellungszeit. Kleine Schweißungen werden mit der Hand, größere auf einer selbsttätigen doppelten Lichtbogen-Schweißmaschine ausgeführt, wobei die Schweißgeschwindigkeit rd. 150 mm/min beträgt. Die Schweißer werden sorgfältig ausgewählt [...] geschult. („Electrical World" 2. Juli 1927 S. 43 und [...] Iron Age" 30. Juni 1927 S. 1881) [N 651 d]

Ultraviolettes Licht in Brauereien

Auf der letzten Sitzung der Britischen pharmaz[...] schen Konferenz in Brighton teilte Dr. G. S. Ellis (B[...] mit, daß durch ultraviolette Strahlen bei der Herstel[...] von Bier die Zeit für die Gärung um 25 vH abgel[...] werden konnte. Sie fand bei niedrigerer Temperatur [...] die Aktivität der Hefe war größer, die Güte des Bieres [...] viel besser und blieb länger erhalten. („The Elect[...] Review" 1. Juli 1927 S. 22) [N 651 e]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Thermodynamik. Von Max Planck. 8. Aufl. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 287 S. m. 5 Abb. Preis 11,50 *M.*

Das vorliegende Buch geht, ohne das Wesen der Wärme und die physikalischen Zusammenhänge mit den anderen Energieformen näher zu behandeln, von einigen allgemeinen Erfahrungstatsachen aus, namentlich von den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre, und entwickelt hieraus die wichtigsten physikalischen und chemischen Sätze. Zunächst werden die Grundtatsachen und Begrifferklärungen für Temperatur, Molgewicht und Wärmemenge erläutert, dann die beiden Hauptsätze der Wärmetheorie aufgestellt und bewiesen, endlich die Anwendungen auf die besondern Gleichgewichtzustände ausführlich besprochen. Die vorliegende achte Auflage ist, dem heutigen Stande der Wissenschaft entsprechend, gründlich überarbeitet worden. Hierbei hat der Verfasser namentlich dem Beweis für den zweiten Hauptsatz eine andre Fassung gegeben, indem er ihn, anstatt wie bisher auf ideale Gase, von vornherein auf beliebige Körper bezieht. Auch der Abschnitt über die Thermodynamik starkdissoziierter Elektrolyte wurde ergänzt, unter Berücksichtigung der neueren Arbeiten von Debye und Hückel.

[E 446] Pt.

Einführung in die chemische Technologie der Brennstoffe. Herausgeg. von Edm. Graefe. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 197 S. m. 91 Abb. Preis 11,50 *M.*

Die Absicht des Herausgebers war, den gegenwärtigen Stand der Technik auf dem Gebiet der Brennstoffverwendung und Brennstoffveredlung zu schildern. Namentlich für den Studierenden und den in der Praxis stehenden Ingenieur soll das Buch ein Helfer sein und einen kurzen, aber umfassenden Überblick über das weite Gebiet der Brennstoffkunde geben.

Diese Aufgabe erfüllt das Werk in vollem Umfange. Dadurch, daß die einzelnen Sondergebiete von bewährten Fachleuten bearbeitet wurden, ist die Gewähr gegeben, daß alle wichtigen Fragen und Gesichtspunkte eingehend behandelt sind. Dabei ist trotz aller Gründlichkeit eine allzusehr ins Einzelne gehende Betrachtung vermieden. So erfüllt das Buch seinen Zweck, den Studierenden in das ihm noch fremde Gebiet einzuführen; für den praktisch tätigen Ingenieur ist es ein wertvolles Nachschlagewerk, das ihm auf alle grundsätzlichen Fragen Antwort gibt.

In zehn Kapiteln werden von den Verfassern, Dr. Menzel, Dipl.-Ing. Schreiber, Dr. Schroth, Prof. Gräfe, Prof. Keppeler, Dr. Kißling und Dr. Aufhäuser die Theorie der Verbrennung und Vergasung, die Aufbereitung und Veredlung der festen und flüssigen Brennstoffe, die Gaserzeugung und die Prüfung der Brennstoffe behandelt. Papier, Druck und Ausstattung sind einwandfrei.

[E 317] Praetorius

V. Tagung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine am 7. und 8. September 1926 zu Zürich. Berlin 1927, VDI-Verlag. 132 S. m. 178 Abb. Preis 16 *M.*

Die Tagungen des Allgemeinen Verbandes erhalten dadurch ihre besondere Note, daß an ihnen Vertreter aller am Dampfkesselwesen irgendwie beteiligten Kreise teilnehmen, so daß sich dabei Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch über alle Fragen neuzeitlicher Dampftechnik auf breitester Grundlage bietet. Werkstoffe, Bau und Betrieb sind die Hauptpunkte der Erörterung. Eine Aufzählung aller Vorträge überschreitet den gebotenen Raum. Behandelt werden u. a. Speisewasser- und Laugenfrage, Berechnung von Kesselteilen, Vorwärmung, Wasserumlauf, Leistungs- und Wirtschaftlichkeitsfragen, Werkstoffe, Betriebsergebnisse, Meßverfahren, Hochdruck und gesetzliche Vorschriften, kurz, das ganze Gebiet der Dampferzeugung in einer die Probleme [...] fassenden Darstellungsweise. Ein besonderes Verdienst [...] Allgemeinen Verbandes und seines Vorsitzenden, Staat[...] von Bach, ist es, daß diese Tagungen dem Ziele die[...] durch Aussprache zwischen Herstellern, Besitzern und [...] wachern von Dampfkesseln zur Klärung neuzeitlicher Fr[...] beizutragen, die der Sicherheit und dem technischen [...] schritt zugute kommt. Jeder, der in der Dampferzeug[...] und -verwertung tätig ist, wird sich die in den Verh[...] lungen vorgebrachten neuesten Erkenntnisse zu eigen ma[...] müssen. [E 600] S[...]

Bibliothek der gesamten Technik, 261. Bd.: **Galvanotech[...]** (Galvanostegie und Galvanoplastik.) Von H. Kra[...] 4. neubearb. Aufl. Leipzig 1927, Max Jänecke. 217 S[...] 25 Abb. Preis 4,25 *M.*

Als Leitfaden für den Unterricht an der Staatli[...] Fachschule für Metallindustrie zu Iserlohn und deren Mei[...] kurse schrieb Krause ursprünglich sein jetzt in 4. Auf[...] vorliegendes Buch. Er setzt keine Vorkenntnisse vo[...] behandelt die theoretischen Grundlagen klar und verstän[...] für jedermann und bietet dem Praktiker erprobte Vorsc[...] ten für galvanische Bäder. Neu ist die „Erläuterung ein[...] wichtiger Begriffe aus der Elektrochemie" eingefügt, „de[...] Kenntnis für den Mann der Praxis zwar nicht unbeding[...] forderlich ist, die man aber in Abhandlungen der F[...] literatur angewendet findet und zu deren Verständnis n[...] hat". Der ganze Stoff ist in 15 Abschnitte gegliedert. [...] einem von ihnen werden auch Vorsichtsmaßregeln und [...] Hilfe bei Vergiftungen kurz behandelt. Der ziemlich kn[...] gehaltene Abschnitt über Verchromung ist im Sachreg[...] nicht aufgeführt. Für den Leser wäre es leichter, die [...] Literaturverzeichnis angegebenen Bücher zum Nachlese[...] ermitteln, wenn in Zukunft bei ihnen Erscheinungsjahr, [...] lagsort und Verleger genannt würden. Das Buch ist [...] ausgestattet. [E 341]

Der Spritzguß und seine Anwendung. Bearbeitet [...] Ausschuß für Spritzguß beim Ausschuß für w[...] schaftliche Fertigung (AWF) unter Mitarbeit der D[...] schen Gesellschaft für Metallkunde. Berlin 1927, Be[...] Verlag. 40 S. m. 25 Abb. Preis 1,50 *M.*

Das Heft ist aus der Gemeinschaftsarbeit führe[...] Fachleute entstanden. Ein einführender Aufsatz gibt k[...] schematische Darstellungen der verschiedenen Arten [...] Maschinen, die zur Herstellung von Spritzgußteilen die[...] Die Frage des Werkstoffes ist im zweiten Abschnitt beh[...] delt. Die Eigenschaften der verschiedenen verarbeitb[...] Legierungen sind in Schaulinien zusammengestellt. Ri[...] linien für die Konstruktion und Formgebung mit Rücks[...] auf das Herstellungsverfahren gibt der nächste Absch[...] während im Schlußaufsatz an Beispielen die Herstellko[...] von Spritzguß im Vergleich zu mechanischer Bearbeit[...] und in Abhängigkeit von der Stückzahl berechnet wer[...]

Bei dem Mangel an brauchbarem Schrifttum über Spr[...] guß ist das Heft, das in seiner klaren, knappen und ü[...] sichtlichen Form doch das Wichtigste enthält, was über [...] Gebiet zu sagen ist, zu begrüßen.

[E 571] H[...]

Zur Frage des Schiffswiderstandes. Von Ch. Doyè[...] Übers. von Walther Meienreis. Berlin 1927, Ju[...] Springer. 34 S. m. 10 Abb. Preis 7,50 *M.*

Den Schiffswiderstand hat man in letzter Zeit für [...] einfache Fälle hinsichtlich der Grenzwerte angenähert r[...] tig berechnet. Für die Abschätzung des Widerstandes [...] licher Schiffsformen ist der Schiffbauer jedoch auch h[...] noch auf die bei Modellversuchen und Probefahrten gew[...] nenen Erfahrungen angewiesen. Modellversuche sind [...]

Leitern der Schleppversuchsanstalten in großer Menge öffentlicht worden, auch Probefahrtergebnisse werden gentlich bekannt gegeben. Verhältnismäßig wenig ist über Übereinstimmung der Modell- und Probefahrtergebnisse chtet worden. Um so mehr ist es zu begrüßen, wenn ein n wie Doyère, der Chefkonstrukteur der französischen ine, zu dieser Frage kritisch Stellung nimmt und Anspunkte für die Ermittlung des Schiffswiderstandes sowie Schraubenabmessungen angibt. Seine Betrachtungen nden sich hauptsächlich auf Modellversuche mit Kreu-, wie sie gerade heute in Deutschland gebaut werden. dürfte auch mit der Grund sein, weshalb Meien-s die 1918 erschienene Arbeit von Doyère ins Deutsche tragen hat. Besonders anschaulich ist die von Doyère ählte Darstellung des Formwiderstandes bei verschiede-Geschwindigkeiten, bezogen auf die Tonne Verdrängung Abhängigkeit des unbekannten Wertes $\frac{L}{D^{1/3}}$, die in einer Weise zur Ermittlung des Formwiderstandes von Neuwürfen benutzt werden kann. [E 580] W. S.

ffsbergung. Schiffshavarien, Bergung und Hebung von esunkenen Schiffen. Von E. Grundt, S. I. Lavoff, K. Nechajew. Berlin 1927, R. C. Schmidt & Co. 5 S. m. 167 Abb. Preis 22 ℳ.

So verschieden die Schiffsunfälle an sich sind, so manach sind auch die Versuche, das Verlorengegangene zu n. Bis jetzt ist über das Bergungswesen meist nur an Hand der Einzelfälle in Fachzeitschriften berichtet den, und es ist das Verdienst der Verfasser, diese zerte Literatur gesammelt und zu einer Übersicht über ganze Gebiet planmäßig zusammengestellt zu haben.

Nach der Einleitung, die im wesentlichen die Stabilifür die in Frage kommenden Zustände behandelt, folgt eingehende Beschreibung der Bergungsmittel. Die einen Bergungen sind nach den angewendeten Bergungsen oder -mitteln geordnet und behandelt, und es ist zu üßen, daß auch einiges über die Verwertung des Wracks die Regelung des Eigentumsrechtes sowie der Entschängen mit aufgenommen worden ist.

Eine kurze Übersicht über die deutschen Patente und das Schrifttum auf diesem Gebiet bilden den Abschluß es Buches, das zweifellos zur besseren Beurteilung der Einzelfalle zu ergreifenden Maßnahmen beitragen wird. [E 530] Ls.

osophie der Technik. Von Friedrich Dessauer. nn 1927, Friedrich Cohen. 180 S. Preis 5 ℳ.

Versteht man unter Philosophie eine strenge Wissenft und nicht Dichterwerk, so wird man die Wahl des s nicht ganz billigen können. Eine Reihe zweifellos r, von höherer Warte aus gewonnener Einzelbeobachen aus dem Leben der Technik kann doch nicht darüber egtäuschen, daß den schönen, schwungvollen Worten eigentliche Begründung fehlt. Das ist hier um so nder, als sich das Buch doch schließlich auch an den niker wendet. Was aber soll dieser mit Sätzen anen, wie auf Seite 73 des Dessauerschen Buches, wo vom n der technischen Erfindung die Rede ist, und wo es heißt: „Der Sachverhalt läßt sich auch so ausdrücken, die subjektive getrübte, von der Empirie abstrahierte stotelische“ Idee sich der idealen Lösungsform als olute“ Idee (platonisch-augustinische Idee), die zeit-„im vierten Reich“ bereit liegt, nähert und sich bei r Näherung klärt . . .“ Ebensoviel verlangt ist es, Leser das Verständnis für folgenden Satz (S. 74) zu rn: „Das Flugzeug als Ding an sich steckt in der abso-Idee und kommt in die Erfahrungswelt als neues eigenzliches Wesen, wenn die subjektive Idee des Erfinders dem Sosein des Dinges in der absoluten Idee genünähert“.

Man sieht, der Begriff der „Idee“ steht stark im Vorderde der Betrachtungsweise. Der Verfasser sagt darüber: Untersuchung des Gegenstandes ‚Technik‘ ergibt, daß ch um die Realisation gewisser Ideen handelt, jener ich, die mit Naturgesetzen erfüllbar sind . . . Das in die Nachbarschaft platonischer Lehren. Also: Die rsuchung führt dorthin, das heißt, sie geht nicht davon — Für alle aber, die den Kreisen der neueren Naturnschaft, der Naturphilosophie, der positivistischen Phihie, der Erfahrungsphilosophie usw. angehören, und st sicher die weitaus größte Mehrzahl der Naturwissenler und der Techniker, ist die Nachbarschaft „Platoer Ideen“ nicht eben behaglich, und von ihnen wird der uersche Gedankengang sicher abgelehnt werden müssen. Dessauer ist ein Künstler des Wortes. Das verführt ftmals dazu, über die Probleme hinwegzuplaudern, mehr erreden als zu überzeugen. So ist denn das „Vierte “, das Reich, worin die technischen Ideen bereit liegen, sicherlich ein schönes und geistreiches Bild; es muß aber bezweifelt werden, ob Dessauer mit seiner „kritischen Metaphysik“ (S. 34) mehr erreicht als Hegel und Schopenhauer, die er ablehnt, in deren Fußstapfen er dennoch immer wieder wandelt. [E 616] Geisler

J. C. Poggendorffs biographisch-literarisches **Handwörterbuch** für Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie und verwandte Wissenschaftsgebiete. 5. Bd.: 1904 bis 1922. 2. Abt.: L bis Z S. 697 bis 1423. Herausgeg. von der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Red. v. P. Weinmeister. Leipzig und Berlin 1926, Verlag Chemie. Preis 80 ℳ.

Dieser neu erschienene fünfte Band setzt nach jahrzehntelanger Pause das Werk fort. In alphabetischer Folge sind die Namen von Männern aufgeführt, die eine größere Zahl wissenschaftlicher Arbeiten veröffentlicht haben; auch das Ausland wird weitgehend berücksichtigt. Die einzelnen Abschnitte enthalten kurz die wichtigsten biographischen Angaben und die Titel aller Veröffentlichungen, die in Zeitschriften oder als selbständige Bücher erschienen sind. Als Quellen dienten eigene Mitteilungen, bei Verstorbenen Mitteilungen der Verwandten und weiter das einschlägige in- und ausländische Schrifttum. Für biographische Forschungen ist dieses Handwörterbuch ein unentbehrliches Nachschlagewerk. [E 570] Bb.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 292. Heft: **Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes.** Von P. Rönne. Berlin 1927, VDI-Verlag. 43 S. m. 52 Abb. Preis 5 ℳ.
Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 963.

Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von Ernst Preger. 7. Aufl. Leipzig 1927, Max Jänecke. 572 S. m. 677 Abb. Preis 12,60 ℳ.

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von G. Hönnicke. Berlin 1927, Julius Springer. 115 S. m. 26 Abb. Preis 6 ℳ.

Versuchsergebnisse des Versuchsfeldes für Maschinenelemente der Technischen Hochschule zu Berlin, 6. H.: **Untersuchung von Kraftwagenkupplungen.** Von E. vom Ende. 31 S. m. 34 Abb. **Versuche mit Rutschkupplungen.** Von G. Weber. S. 33 bis 48 m. 44 Abb. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. Preis 5 ℳ.

DIN-Taschenbuch 10: **Schrauben, Muttern und Zubehör.** Berlin, Juli 1927, Beuth-Verlag. 330 S. m. zahlr. Abb. Preis 6 ℳ.

Vorlesungen über Technische Mechanik. Von Aug. Föppl. 3. Bd.: Festigkeitslehre. 10. Aufl. Berlin 1927, B. G. Teubner. 451 S. m. 114 Abb. Preis 16,60 ℳ.

Sammlung Göschen, 957. Bd.: **Elastizitätslehre für Ingenieure.** 2. T. Von Max Ensslin. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 120 S. m. 44 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Forschungsarbeiten aus dem Gebiete des Ingenieurwesens, 294. Heft: **Anlaßvorgänge in abgeschreckten Kohlenstoffstählen.** Von L. Traeger. Berlin 1927, VDI-Verlag. 20 S. m. 34 Abb. Preis 3,80 ℳ.
Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 891.

Festigkeitsuntersuchungen zur Normung der Stahl-Aluminium-Seile. Herausgeg. vom Verband Deutscher Elektrotechniker. Bearb. von Gustav Berling u. Willy Rößler. Berlin 1927, VDI-Verlag. 12 S. m. 25 Zahlentaf. Preis 0,80 ℳ.
Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 884.

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. v. R. O. Herzog. 7. Bd.: Kunstseide. Berlin 1927, Julius Springer. 354 S. m. 203 Abb. Preis 33 ℳ.

Sammlung Göschen, 136. Bd.: **Physikalische Formelsammlung.** Von G. Mahler. 5. Aufl. von K. Mahler. Berlin u. Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 162 S. m. 71 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Chemische Technologie der Neuzeit. Von Otto Dammer. 2. Aufl. Herausgeg. von Franz Peters. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 3. Bd. 9. Lfg. S. 769 bis 936 m. Abb. Preis 12 ℳ.

Der Automobil-Transport. Von A. Liliendahl. Berlin 1927, M. Krayn. 150 S. m. 27 Abb. Preis 10 ℳ.

Handbuch der Automobil-Reparatur. Von Walter Pfeiffer. Berlin 1927, M. Krayn. 144 S. m. 103 Abb. Preis 6,80 ℳ.

Der Architekt und die Geschichte. Rede, gehalten zur Feier der Rektoratsübergabe an der Technischen Hochschule Danzig am 1. Juli 1926. Von O. Kloeppel. Danzig-Langfuhr 1926, Gesellschaft von Freunden der Danziger Hochschule. An Interessenten kostenlos.

Handbuch für die Drahtindustrie und deren Nebenzweige. 5. Ausg. Herausgeg. von der Schriftleitung des Anzeigers für die Drahtindustrie. Berlin 1927, Verlag des Anzeigers für die Drahtindustrie. 192 S. m. Abb. Preis 4,50 ℳ.

Autotechnische Bibliothek, 82. Bd.: **Reparaturen am Fahrgestell.** Von Paul Reibestahl. Berlin 1927, Richard Carl Schmidt & Co. 154 S. m. 47 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Mineralogisches vom Kalk. Von Egon Trümpe Berlin 1927, Kalkverlag. 45 S. m. 37 Abb. Preis 1,7

Anlagensammlung zu den Technischen Vorschriften für leistungen. Normen-Vorschriften-Erlasse. Bearbeitet Oberreg.-Baurat Voß und Reg.-Oberinsp. Beerh Berlin 1927, Bauwelt-Verlag. 490 S. m. versch. Preis 8 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Energiewirtschaft und Hochdruck-Dampfbetrieb[1]

Prof. Dr. Löffler äußert sich in Z. Bd. 71 (1927) S. 445 in seinem vorstehend genannten Aufsatz auch über Fragen des Gasfaches. Ohne auf den übrigen Inhalt des Aufsatzes weiter einzugehen, stelle ich fest:

1. Der elektrische Hochofen hat den Kokshochofen noch nicht verdrängt. Wann dieses der Fall sein wird, ist Ansichtssache. Daß der elektrische Hochofen den heutigen Hochofen verdrängen wird, wird uns allerdings seit 1900 prophezeit; man kann aber damit rechnen, daß das auch in den nächsten 20 Jahren nicht geschehen wird.

2. Der Gasüberschuß der Zechenkokereien kommt nicht davon, daß die Kokserzeugung für die Hüttenwerke eingerichtet wird, sondern von den 50 vH Feinkohlenanfall der Fettkohlenzechen, die nur auf diesem Wege verwertbar sind. Die Hüttenwerke sind nur einer der größten Abnehmer dieses Kokses. Das Steigen des Gasanfalls ergibt sich übrigens vorwiegend aus der Verwendung von Armgasen (aus Koks erzeugt) zur Heizung der Koksöfen, wodurch der frühere Gasanfall rund verdoppelt wird, sowie aus dem Fortschritt im Koksofenbau (Silikasteine und Bauart). Dadurch sind jetzt 8000 Mill. m^3 Kokereigas an der Ruhr für Gasfernleitung frei. Dafür Koks zu befördern, zu verstauben und zu verbrennen, erscheint unpraktisch und unerprobt.

3. Was die Hüttentechnik mit der Wirtschaftlichkeit der Gasfernleitung zu tun hat, wird nicht klar gesagt. Fachleute werden nicht bezweifeln, daß man Rohrleitungen anstandslos bauen und betreiben kann, die mit höheren Drücken als denen von Naturgas (rd. 28 at) arbeiten. Jedenfalls stehen Unterlagen darüber zur Verfügung, daß der geschweißte Rohrstoß gegenüber Wasserstoff von 30 at dicht ist (spez. Gewicht des Wasserstoffs 0,069, des Kokereigases rd. 0,4 bis 0,5, bezogen auf Luft = 1), und daß der Rohrstoß den doppelten hydraulischen Druck auf Zug aushält.

Über das Zwischenverdichten des Gases scheint Prof. Löffler mit andern Fachleuten im Widerspruch zu stehen. Für gleiche Leitungslänge kann bei kleineren Mengen Zwischenverdichtung wirtschaftlicher sein als einfache Verdichtung, während bei größern Mengen das Gegenteil zutreffen kann. Löffler zieht zu Unrecht die Elektrizität als Wettbewerber des Gases heran. Beide Arten von Energie haben bestimmte Gebiete, auf denen sie am vorteilhaftesten sind. Die Kupplung von Kraft- und Heizwerken krankt am Benutzungsfaktor; nur 200 Tage im Jahr tragen zur Deckung der Kapitalkosten bei, und die Sommerausnutzung ist meist die Vorbedingung ihrer Rentabilität. Gas heute Industriekohlen ersetzen, denn bei 20 ℳ/t Kohlen frei Lager, ist ein Gaspreis von 0,5 bis 0,6 Pf. für 1000 (ob., 0°, 760 mm) bereits tragbar. Deshalb entbehrt Satz: „An Gasversorgung auf große Entfernung hin daher angesichts solcher Möglichkeiten (Verdrängung Gases im Haushalt) kein Ingenieur oder Verwaltungsm ernstlich denken" der Begründung. Das ist keine Lösun Problems der Senkung der Preise für den Wärmebeda Haushalt und Industrie. Rich. F. Starl

[1] Infolge des Raummangels unserer Zeitschrift mußte dieser Zuschriftenwechsel auf eine einmalige Aeußerung von jeder Seite beschränkt werden.

Erwiderung.

Zu 1) Ich habe nicht gesagt, daß der elektrische H ofen den Kokshochofen verdrängt habe. Ich habe nicht ei prophezeit, daß das geschehen werde. Ich habe nur ge daß mit der Entwicklung der Hochdruckdampftechnik der wirtschaftlichen Ausnutzung hochwertiger Kohlen Verschwelung oder Verflüssigung eine so weitgehende billigung des Stroms erreicht werden könnte, daß der trische Hochofen lebensfähig wird und infolge der ringerung des Koksbedarfs dann auch die erzeugten mengen kleiner werden.

Zu 2) Ob die verfügbaren Gasmengen auf den bedarf der Hüttenwerke zurückzuführen oder durch großen Anfall an Feinkohle in den Fettkohlenzechen durch die Verkokung dieser Feinkohle bedingt sind gleichgültig. Ich bin nicht der Ansicht, daß diese kohlenmengen durchaus verkokt werden müssen. Die flüssigung so hochwertiger Kohle wäre wahrscheinlich schaftlicher. Aber selbst wenn man diese Kohle ver wäre das Verstauben des Kokses und das Verbrenne Staubes wie auch des bei der Verkokung gewonnenen unter Hochdruckkesseln zur Erzeugung von Strom we lich wirtschaftlicher als etwa die Fernversorgung mi G auf große Entfernungen. Die Wirtschaftlichkeit der lung von Kraft- und Heizbetrieb wird auch durch de ringeren Sommerheizbedarf nicht in Frage gestellt.

Zu 3) Was die Hüttentechnik mit der Wirtschaf keit der Gasfernleitung zu tun hat, habe ich klar drückt. Ich habe nicht bezweifelt, daß man über bra bare Stahlrohre für die Fernleitung von Gas unter h Druck verfügt. Das Schwierige ist nur die große der Rohrleitungen und die notwendige mehrfache Zwi verdichtung. Schon die Verzinsung des Kapitals kann lich Millionen verschlingen. Die Verwendung der Ele tät nimmt wegen ihrer Vorzüge, namentlich für den halt, immer weiter zu. Bei wesentlicher Verbilligun Stroms wird man allgemein zum elektrischen Koche Braten übergehen, und schließlich wird das Leuchtg Haushalt entbehrlich werden. St. Löff

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS
D. 71 SONNABEND, 30. JULI 1927 NR. 31

Hochseefährschiff „Schwerin"

der Deutschen Reichsbahngesellschaft für die Linie Warnemünde–Gjedser, erbaut von F. Schichau, Elbing

Von Reichsbahnrat Höfinghoff und Techn. Reichsbahn-Inspektor Stuhr, Schwerin

(Hierzu Tafel 1 und 2 sowie Textblatt 5 und 6)

Verkehrsentwicklung auf der Strecke Warnemünde-Gjedser — Bau und Abmessungen des Schiffes — Raumeinteilung — Einrichtung — Ausrüstung — Hilfsmaschinen — Gründe zur Wahl der Antriebart · Hauptmaschinen

Abb. 1
Hochseefährschiff „Schwerin" der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Linie Warnemünde – Gjedser

An Stelle der seit 1873 bestehenden Postdampferverbindung zwischen Rostock und Nykjöbing trat 1886 nach Eröffnung der Strecke Warne-[m]ünde – Rostock – Neustrelitz der Dienst Warnemünde – [Gj]edser. Mit drei Dampfern wurden täglich einmal in [jed]er Richtung Personen und Poststücke befördert. Von [18]92 ab richtete man auch eine gleichartige Nachtverbindung ein.

Inzwischen wurden auf der Schiffahrtslinie Kiel – [K]orsör und auf der neu eingerichteten Dampferlinie [Sa]ßnitz – Trälleborg schnellfahrende und gut eingerichte[t]e Schiffe in Betrieb genommen, so daß sich die Not[w]endigkeit ergab, auch die Verbindung Warnemünde – [Gj]edser als wichtigen Teil auf der kürzesten Verbindungslinie, z. B. zwischen Berlin und Kopenhagen, leistungsfähiger zu gestalten. Hierbei sollten die außerordentlich großen Vorteile einer Verbindung durch [Ei]senbahnfähre, die besonders auch im durchgehenden [Gü]terverkehr liegen, ausgenutzt werden.

Daher wurden im Einvernehmen mit der dänischen [Ei]senbahnverwaltung in Warnemünde und in Gjedser [di]e erforderlichen Landanlagen geschaffen und außerdem [vo]n jeder Eisenbahnverwaltung zwei Fährschiffe: ein Doppelschrauben- und ein Radschiff, bestellt, mit denen im Jahre 1903 der Fährenbetrieb aufgenommen werden konnte. Die Mecklenburg-Friedrich-Franz-Eisenbahngesellschaft stellte das Doppelschraubenschiff „Mecklenburg" und das Radschiff „Friedrich Franz IV", beide erbaut 1902/03 von der Schichau-Werft.

Da das Radschiff infolge der empfindlichen Radschaufeln in Wintern mit stärkerem Eisgang nicht in Betrieb gehalten werden kann, es jedoch aus Betriebsrücksichten erwünscht ist, immer zwei Schiffe fahrbereit zu haben, genehmigte die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft im Jahre 1925 den Bau eines Ersatzschiffes, das Ende 1926 in Dienst gestellt worden ist.

Die Bedeutung der Fährschifflinie Warnemünde – Gjedser ist aus folgenden Angaben ersichtlich: Während im ersten Betriebsjahre mit den alten Dampfschiffen ungefähr 13 500 Personen befördert wurden, stieg diese Zahl bis 1902/03 auf etwa 50 000. Im ersten Jahre des Fährschiffbetriebes wurden bereits 75 000 Personen übergesetzt. Der Verkehr nahm ständig zu, so daß 1913/14 bereits etwa 137 000 Personen befördert wurden. In den Nachkriegsjahren erholte sich der Verkehr nach anfäng-

Abb. 2
Aufklappbare Back, geöffnet

lichem Rückgang wieder stetig; im Jahre 1926 sind bereits wieder 133 000 Personen übergesetzt worden.

Eine ähnliche Steigerung war im Güterverkehr zu beobachten. Waren im ersten Betriebsjahr mit den Fährschiffen (1904) rd. 18 000 Güterwagen mit etwa 80 000 t Ladung zu befördern, so stieg diese Menge im letzten Betriebsjahr vor dem Krieg auf 46 000 Güterwagen mit etwa 234 000 t. In den Nachkriegsjahren erholte sich auch hier der Verkehr. Im Jahre 1926 sind 46 078 Güterwagen mit rd. 256 800 t Ladung übergesetzt worden.

Bauart des Schiffes

Das Fährschiff „Schwerin“, Abb. 1, ist unter Aufsicht des Germanischen Lloyd für die Klasse 100 A_4 K(E) mit Freibord erbaut.

Hauptzahlen

Länge über alles	106,8 m
Länge zwischen den Loten	106 „
Größte Breite über den Scheuerleisten	18,53 „
Breite über Spanten	16 „
Seitenhöhe bis zum Hauptdeck	6,95 „
Tiefgang mit Kiel bei voller Belastung	4,4 „
Verdrängung bei dem angegebenen Tiefgang	3600 t
Volle Belastung, d. h. 500 t Zuggewicht, Brennstoff und Wasservorräte, sowie sonstige Zuladung	800 „
Maschinenleistung	4400 PS_i
Geschwindigkeit bei 4400 PS_i	15,5 Kn

Die Unterteilung des Rumpfes durch elf bis zum Wagendeck reichende Schotte in zwölf wasserdichte Hauptabteilungen entspricht den Vorschriften des Germanischen Lloyd und der Seeberufsgenossenschaft für Fahrgastschiffe in außereuropäischer Fahrt unter der Annahme, daß bei zwei nebeneinanderliegenden lecken Räumen das Schiff noch schwimmfähig bleibt.

Als wesentliche Neuerung gegenüber den vorhandenen Schiffen der Linie Warnemünde – Gjedser ist beachtenswert, daß die zu befördernden Eisenbahnwagen vollkommen geschützt unter Aufbauten untergebracht sind, die über das ganze Schiff reichen und die auch seitlich fast vollkommen geschlossen sind. Hierdurch können die auf dem Vorschiff stehenden Wagen selbst bei schwerstem Seegang durch überkommende Brecher nicht beschädigt werden, ferner sind die Fahrgäste beim Verlassen der Wagen und beim Begehen des Wagendecks vollkommen vor Witterungseinflüssen und vor Zugluft geschützt.

Da es mit Rücksicht auf die Betriebsverhältnisse erforderlich ist, daß das Schiff wahlweise über Vorsteven oder Achtersteven aus den Fährbetten ausfahren oder in diese einlaufen kann, sind die Gleisanlagen auf dem Wagendeck so ausgebildet worden, daß die Wagen auch über beide Schiffsenden an Bord gesetzt oder vom Schiff abgezogen werden können. Am offenen Hinterschiff ist dies ohne weiteres möglich, das Vorschiff erhielt jedoch eine **aufklappbare Back**, die in geöffnetem Zustande das Ladeprofil der Bahnwagen vollkommen freigibt, Abb. 2. Zum Öffnen und Schließen der Back ist eine besondere Antriebmaschine vorgesehen.

Die häufig auszuführenden Rückwärtsfahrten bedingen die Anordnung eines besondern Bugruders, auch ist für die Rückwärtsfahrten eine besondere Kommandobrücke vorgesehen, die alle erforderlichen Einrichtungen zur Befehlübermittlung und zum Betätigen beider Ruder enthält. Mit Rücksicht auf die Eisverstopfungen, die in den schmalen Hafeneinfahrten sowie in den Buchten von Warnemünde und Gjedser häufig auftreten, und die Notwendigkeit, über beide Steven einlaufen zu können, sind Bug und Heck zum Eisbrechen eingerichtet. Dementsprechend sind die Verbände angemessen verstärkt, die Steven mit Eiswulsten versehen und im Anschluß hieran der Mittelträger des Doppelbodens an der Unterkante durch Flachschienen zu einem schweren Balkenkiel ausgebaut, der Beschädigungen des Schiffsbodens beim Festkommen in flachem Wasser vorbeugen soll. Als weiterer Schutz ist ein Doppelboden eingebaut, der gleichzeitig zur Aufnahme von Ballast- und Gebrauchswasser dient.

Die günstigste Form für den Schiffsrumpf ist durch ausgedehnte Modellschleppversuche mit verschiedenen Ausführungen von Wellenhosen festgelegt worden. Außerdem wurden mehrere Schleppversuche mit verschiedenen Schrauben ausgeführt, wobei die Möglichkeit, später Erprobungen mit Leitflächen der Star-Contra-Propeller-Gesellschaft zur Verringerung der Antriebleistung vornehmen zu können, vorgesehen wurde.

Aus den Schiffsplänen, Abb. 3 bis 9, Tafel 1 und 2, ist die Raumeinteilung des Schiffes ersichtlich. Für den Fährschiffbetrieb ist naturgemäß das **Wagendeck** von besonderer Bedeutung. Die beiden Gleisstränge dieses Deckes haben zusammen eine nutzbare Länge von 16[illegible] und können je nach Wagenlänge 18 bis 20 zweiachsige Wagen oder sieben vierachsige D-Zug-Wagen aufnehmen. Die Wagen werden nach Aufstellung an Bord mit besondern Zurrhaken, die zum Anziehen mit Doppelspindeln versehen sind, an Decksaugen längs- und querschiffs so fest und sicher gezurrt, daß sie auch bei schwerem Seegang nicht in Bewegung geraten können. Zum Abfangen von seitlichen Bewegungen der Wagen, die beim Überholen des Schiffes infolge des Federspiels entstehen, werden unter die Längsträger der D-Zugwagen Spindelböcke gesetzt. Klappbare Prellböcke an jedem Schiffsende verhindern das Abrollen der Wagen bei Stampfbewegungen des Schiffes.

Das Wagendeck, Abb. 20, Textblatt 6, ist durch Unterzüge und Deckstützen so versteift, daß es auch mit schweren verachsigen Großgüterwagen mit 20 t Achsdruck sowie mit Lokomotiven mit 17,5 t Achsdruck in seiner ganzen Länge befahren werden kann. An den Schiffsenden sind Auflager und Zapfenspuren zur Verbindung mit den beweglichen Landungsbrücken eingebaut, die sich allen Bewegungen des Schiffes bei veränderlichem Wasserstande und bei Veränderung der Schwimmlage anpassen können.

Um Querschiffneigungen bis zu etwa fünf Grad bei einseitiger Belastung der Gleisstränge ausgleichen zu können, sind unter dem Wagendeck mittschiffs auf beiden Schiffsseiten Krängungstanks eingebaut, die etwa [illegible] t fassen. Ein Tank wird mittels einer besonderen Kreiselpumpe in etwa vier Minuten von Außenbord gefüllt. Die Pumpe kann auch mittels einer Umlaufleitung das Trimmwasser von einer Schiffseite auf die andre überpumpen.

Zum Vermindern der Schlingerbewegungen sind außer den über ein Drittel der Schiffslänge reichenden Schlingerkielen auf beiden Seiten Frahmsche Schling-

Abb. 13. Hauptspant

Beplattung

nhaut:	*A* Kielplatte	13,5 mm auf 0,5 L; 12 mm a. d. Enden	*L* Scheergang	19 mm auf 0,5 L; 10 mm a. d. Enden 24 „ von Spant 119 1/2 bis 129 1/2
	B, *C* und *D*	12 „ „ „ ; 10 „ „ „ „	*M*	7,5 „
	E, *F* Kimmplatte . .	13 „ „ „ ; „ „ „ „ „	*N*	7 „
	G, *H* und *J*	12 „ „ „ ; „ „ „ „ „	*O*	6 „
	K	1,55 „ „ „ ; „ „ „ „ „		

elboden:	Mittelgang	10 mm auf 0,5 L; 8,5 mm a. d. Enden; 13 mm im Kesselraum
	1. Seitengang . . .	8,5 „ „ „ „; 8 „ „ „ „ ; 11,5 „ „ „ ; 10 mm im Maschinenraum
	Obere Seitengänge	8 „ „ 1/1 „; 11 „ im Kesselraum; 10 mm im Maschinenraum
	Randplatte	9 „ „ 1/1 „;
	Mittelträger	10 „ „ 0,5 „; 8,5 „ a. d. Enden; 12 mm im Kesselraum
	Seitenträger	7,5 „ ; 9,5 „ im Kesselraum
	Bodenwrangen . .	8 „ 10 „ „ „

pfungstanks angeordnet. Nachdem die Reichsbahn das ff bestellt hatte, wurden in der Versuchsanstalt von m & Voß mit einem maßstäblichen Schiffsmodell suche unternommen, um die Wirksamkeit der Frahm- n Schlingerdämpfeinrichtung festzustellen. Die Er- isse führten zur grundsätzlichen Annahme dieser Ein- ung. Zur Zeit mißt man die Schlingerbewegungen Schiffes bei geschlossenen Ausflußöffnungen der ingertanks mittels eines Kreiselpendels. Beim sten Docken sollen die Ausflußöffnungen freigelegt len, um dann die Wirkung dieser Tanks im prak- en Betriebe zu erproben. Die Anordnung der Tanks uch auf den Querschnitten, Abb. 10 bis 12, Tafel 2, er- lich.

Die Heizölbunker, bestehend aus Vorrat- und zwei behältern sowie einem Überlaufbehälter, fassen 70 t, i können die Vorratbehälter gegebenenfalls auch als lenbunker benutzt werden. Für den Fall, daß der kessel mit Kohlen betrieben werden soll, ist ein be- erer Kohlenbunker von 15 t Inhalt vorgesehen. Die elheiten für den Bau des Schiffskörpers sind in 13, der Hauptspantzeichnung, enthalten.

Einrichtung

Abb. 14 bis 19, Textblatt 5 und 6, zeigen die Gesellschaftsräume, die für die dritte Wagenklasse im hinteren Raumdeck liegen, während der ersten und zweiten Wagenklasse das ganze Promenadendeck, einige Kammern und zwei kleinere Räume im Raumdeck zur Verfügung stehen. Die auf dem Promenadendeck angeordneten Gesellschaftsräume 1. und 2. Klasse sind von der Firma Gebr. Bauer, Berlin, ausgestattet worden. Die beiden Speisesäle bieten Platz für je 100 Personen. Die Besatzung ist teils im vorderen Raumdeck, teils auf dem Wagendeck untergebracht.

Oberhalb der Haupttreppe, Abb. 17, ist ein von der Hauptstadt Schwerin gestiftetes Ölgemälde, ein Ausschnitt aus dem Stadtbilde von Schwerin von dem großen Schweriner See aus gesehen, angebracht.

Um für die Fahrgäste auch bei schlechtem Wetter an Deck einen geschützten und angenehmen Aufenthaltsraum zu schaffen, ist außer den Gesellschaftsräumen noch eine über die ganze Schiffsbreite reichende allseitig geschlossene, mit Korbmöbeln ausgestattete Laube angeordnet worden. Sie liegt vor dem Rauchzimmer und ge-

stattet infolge der großen Fenster ringsum einen ungehinderten Rundblick über die See.

Die Lage der Küche zu den Wirtschaftsräumen und Speisesälen ist so gewählt worden, daß die Verbindungswege zu den Speiseräumen und Aufenthaltsräumen möglichst kurz sind. Hierdurch ist eine schnelle und glatte Abwicklung des Wirtschaftsbetriebes gewährleistet. An besonderen Wirtschaftseinrichtungen sind an Bord außer einem mit Kohlenfeuerung eingerichteten Koch- und Bratherd: Warmwasserkessel und Tellerwärmer für Dampf und elektrischen Strom, ein elektrisch betriebener Speisenaufzug sowie eine Kühl- und Eisanlage von Brown, Boveri & Cie. für die fünf Kühlschränke in den verschiedenen Anrichteräumen.

Ausrüstung

Das Schiff wird zum Teil durch Dampf und in den Gesellschaftsräumen auf dem Promenadendeck durch elektrische Heizkörper geheizt. An die Dampfheizung können auch die auf dem Wagendeck stehenden D-Zugwagen angeschlossen werden.

Zur Beleuchtung des Schiffes dienen rd. 800 Glühlampen und eine große Anzahl hochkerziger Decklampen. Drei Scheinwerfer beleuchten bei der Einfahrt das Fahrwasser und die Fährbetten.

Entsprechend der neuzeitlichen Entwicklung der Technik sind außer den allgemein üblichen Kommando- und Sicherungseinrichtungen folgende besondere Anlagen eingebaut: eine Kreiselkompaßeinrichtung mit Kursschreiber, eine Bord-Funkpeilanlage, eine ausgedehnte Fernsprechanlage, Unterwasserschallgeräte, eine Schottenschließanlage und auf beiden Kommandobrücken Drehzahlanzeiger und Ruderlagenanzeiger. Die Schottenschließvorrichtung der Atlaswerke, Bremen, schließt durch Hebelumstellung auf der Kommandobrücke selbsttätig die in fünf Schotten befindlichen wasserdichten Türen. Ein lautes Warnungssignal ertönt vor und während des Schließens.

Sechs Rettungsboote in Columbusdavits, je $8{,}55 \times 2{,}60 \times 1{,}10$ m zu $14{,}72\ \mathrm{m}^3 = 51$ Personen, ein Arbeitsboot für 13 Personen, eine Motorgig für 10 Personen, vier Rettungsflöße und eine der Personenzahl entsprechende Anzahl Schwimmwesten sind gemäß den neuesten Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft an Bord vorhanden.

Hilfsmaschinen

Zwei Ankerwinden, zwei Rudermaschinen, je eine für Bug- und Heckruder, die Backhebemaschine, zwei Ballastpumpen, zwei Arbeitspumpen, eine Frischwasserpumpe, eine Krängungspumpe und einige andre kleinere Maschinen werden sämtlich mit Dampf betrieben.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes für die Beleuchtung, für die elektrischen Geräte, Lüfter und elektrische Heizung sind drei Dampfdynamomaschinen, Abb. 21, von je 75 kW Leistung eingebaut. Während der Liegezeit in den Häfen erzeugt eine kleine Hafendynamo den erforderlichen Strom; für die Notbeleuchtung ist außerdem eine Speicherbatterie vorgesehen. Ferner kann über Anschlußkästen, die in der Mitte beider Schiffseiten gelegen sind, beim Liegen im Fährbett oder an der Reserveliegestelle Strom für Licht und Kraft unmittelbar aus dem nächstgelegenen Landelektrizitätswerk zur Hauptschalttafel geleitet werden.

Hauptmaschinen

Bei der Wahl der Antriebmaschinen für das Schiff sind die vorliegenden Betriebverhältnisse weitestgehend berücksichtigt worden. Die wesentlichen Kennzeichen des Dienstes auf der Strecke Warnemünde – Gjedser sind die häufigen Betriebspausen nach dem Durchlaufen der nur 42 km langen Seestrecke. Beim normalen Frachtenanfall und Verkehr genügen vier Einzelfahrten je Tag und Schiff, wenn zwei Schiffe gleichzeitig in Betrieb gehalten werden. Von diesen vier Fahrten sind zwei reine Frachtfahrten, die mit verringerter Geschwindigkeit, etwa 10,5 bis 11 Kn, ausgeführt werden können. Auf 24 Stu[nden] entfallen daher etwa zehn Stunden reine Fahrtzeit, so[daß] sich unter Hinzurechnung von Vorbereitungen zum [Be]triebklarmachen der Hauptmaschinen ungefähr 1[4 h] Liegezeit ergeben, die auch in vier verschieden[e] Pausen unterteilt ist.

Zur Wahl standen folgende Antriebarten: Ko[lben]maschinen, Turbinen mit Zahnradübersetzung, Di[esel]motoren, entweder mit unmittelbarem Antrieb oder [mit] Zwischenschaltung von Vulkangetrieben und diesel[elek]trischer Antrieb.

Nach eingehender Prüfung der Vor- und Nach[teile] dieser verschiedenen Antriebarten wurde den Ko[lben]maschinen der Vorzug gegeben, obwohl gerade Di[esel]motoren für den vorliegenden stark wechselnden Be[trieb] mit den häufigen Pausen ein sehr geeigneter An[trieb] gewesen wäre. Da aber für die Wirtschaftlichkeit [nicht] allein der geringste Brennstoffverbrauch, sondern [auch] der Kapitalaufwand zu berücksichtigen war, waren [wirt]schaftliche Vorteile bei der Verwendung von Di[esel]motoren nicht zu erwarten; denn bei der verhältnism[äßig] geringen Gesamtfahrzeit im Jahre konnte der gerin[gere] Brennstoffaufwand die erhöhten Anschaffungskosten [nicht] ausgleichen.

Um jedoch den Verbrauch an Brennstoff während [der] Liegezeiten möglichst niedrig zu halten und trotzdem [eine] schnelle Betriebsbereitschaft zu erreichen, wurde für [die] Kesselanlage Ölfeuerung gewählt.

Die Hauptmaschinenanlage besteht aus zwei [aus]geglichenen Dreifachexpansion-Heißdampfmaschinen m[it] geteilten Niederdruckzylindern. Der Oberflächenkon[den]sator, sowie die Speise-, Luft- und Kühlwasserpu[mpen] sind getrennt aufgestellt worden. An die Hauptmasch[inen] selbst hat man nur Lenz- und Spülpumpen [an]gehängt. Die Hauptmaschinen haben 520, 800 [und] 2×980 mm Zyl.-Dmr. sowie 900 mm Hub; bei 135 Uml[/min] leistet jede Maschine rd. 2200 $\mathrm{PS_i}$.

Luft- und Kühlwasserpumpen mit eigenem Antrieb [sind] für die Kondensatoren mit $2 \times 250 = 500\ \mathrm{m}^2$ Kühlf[läche] und den Hilfskondensator mit 70 m² Kühlfläche [vor]gesehen. Sie sind durch Rohrleitungen und Absperror[gane] so miteinander verbunden, daß bei kleinerer Leistun[g nur] eine der genannten Hilfsmaschinen in Betrieb genom[men] werden kann. An Hilfsanlagen sind außerdem Sp[eise]wasservorwärmer, Speisewasserfilter und Verdam[pfer] vorhanden.

Jede der beiden Hauptmaschinen treibt eine [vier]flügelige Bronzeschraube. Der Durchmesser war [durch] den Tiefgang des Schiffes sowie durch die Bedingung, [daß] die Schrauben bei einer Krängung des Schiffes von [dem] Fährbett-Leitwerk freigehen müssen, festgelegt. Da[raus] ergab sich der verhältnismäßig geringe Wert von 3[...] die Steigung beträgt 4,3 m. Mit Rücksicht auf die Fa[hrt] im Eis sind die Schraubenwellen besonders vers[tärkt] worden.

Den Dampf für die Haupt- und Hilfsmaschinen lie[fern] vier Zylinderkessel, die gegebenenfalls auch mit K[ohle] geheizt werden können. Die Gesamtheizfläche be[trägt] 960 m², der Betriebsdruck 14,5 at Überdruck. Die K[essel] sind mit Schmidtschen Rauchrohrüberhitzern ausger[üstet]; eine Howden-Anlage für künstlichen Zug ist vorha[nden].

Ein Hilfskessel für Kohlen- oder Ölfeuerung [von] 28 m² Heizfläche und 10 at Überdruck erzeugt den D[ampf] für Hilfsmaschinen und Heizung in Liegezeiten.

Von den beiden Ölfeuerungen, Bauart Schichau [mit] Heizölzerstäubern, Pumpen und Filtern, dient ein[e als] Aushilfe. Mit dem Siemens & Halske-Rauchgasprüfer [wird] der Feuerungsbetrieb überwacht werden.

Bei der Überführungsfahrt von Pillau nach W[arne]münde und während der bisherigen Dienstzeit hat sic[h das] Fährschiff auch bei schweren Stürmen als ausgezeic[hnetes] Seeschiff bewährt. [B 4...]

Abb. 14
Speisesaal 1. und 2. Klasse

Abb. 15
Rauchzimmer 1. und 2. Klasse

Abb. 16
Nichtraucherzimmer 1. und 2. Klasse

Abb. 17
Vorraum und Haupttreppe

Hochseefährschiff „Schwerin"

Abb. 18
Speisesaal 3. Klasse

Abb. 19
Damensalon 3. Klasse

Abb. 20
Wagendeck, von vorn gesehen; vorn Teile der aufgeklappten Back

Abb. 21
Stromerzeugungsanlage

Hochseefährschiff „Schwerin“

Achte

0 10

Abb. 3 bis 6
ingsschnitt und De

Höfin

Aufbaudeck

Kartenhausdeck

Abb. 3 bis 6
Längsschnitt und Deckpläne

Promenadendeck

Backdeck

Bootsdeck

Maßstab 1:400

1 0 5 10 20 30 40 m

Höfinghoff und Stuhr: Hochseefährschiff „Schwerin" der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, erbaut von F. Schichau, Elbing

Abb. 7 und 8
Deckpläne

Al
Raumplan, 1

a Dampfdynan
b Kühlwasser]
c Kühlwasserı
d Luftpumpe
e Heizölvorwä
f Heizöl-Betri
g Pumpe für
h Lenzballastp
i Hilfskessel
k Speisewasse
l Speisewasse
m Hilfskondenı
n Gebläse
o Aschenhebeı
p Frischwasse
q Schalttafel

Höf

Wagendeck (Hauptdeck)

Raumdeck (Zwischendeck)

Raumplan

Abb. 7 und 8
Deckpläne

Abb. 9
Raumplan, Hilfsmaschinen

a Dampfdynamos
b Kühlwasserpumpe
c Kühlwasserreiniger
d Luftpumpe
e Heizölvorwärmer
f Heizöl-Betriebspumpe
g Pumpe für Krängungswasser
h Lenzballastpumpe
i Hilfskessel
k Speisewasserpumpe
l Speisewasservorwärmer
m Hilfskondensator
n Gebläse
o Aschenheber
p Frischwasserpumpe
q Schalttafel

Abb. 10 bis 12
Querschnitte

Spant 10 — von hinten gesehen

Spant 70 — von vorn gesehen

Spant 95 — von hinten gesehen

Spant 151 — von hinten gesehen

Höfinghoff und Stuhr: Hochseefährschiff „Schwerin" der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, erbaut von F. Schichau, Elbing

Kompressorlose Viertakt-Dieselmotoren mit Strahlzerstäubung

Von Ober-Ing. Rudolf Mayer, Breslau

Beschreibung der von den Linke-Hofmann-Werken, Breslau, gebauten kompressorlosen Dieselmotoren — Versuchsergebnisse, insbesondere mit dickflüssigen Treibölen

Abb. 1
Kompressorloser Viertakt-Dieselmotor der Linke-Hofmann-Werke

Nach Beendigung des Weltkrieges haben sich auch die Linke-Hofmann-Werke der Entwicklung des kompressorlosen Dieselmotors zugewandt und ndlegende Versuche in dieser Richtung unternommen. gab hierbei der Strahleinspritzung wegen ihrer eren Beherrschung der Verbrennungsvorgänge den zug, zumal das Vorkammerverfahren durch gründnde Patente geschützt war.

Ende 1923 waren die Versuche in der Hauptsache abhlossen. Der erste Motor, ein stehender Einzylinderor von 50 PS_e, wurde im Frühjahr 1924 auf der Bau betriebstechnischen Ausstellung in Breslau vorihrt. Er lief dort täglich während der ganzen he belastet und ohne Anstand. Mit der Ablieferung ktfähiger Motoren wurde Ende 1924 begonnen. Bis jetzt Motoren von insgesamt rd. 26 000 PS_e mit 25 bis PS$_e$ Zylinderleistung abgeliefert oder bestellt, davon r als 70 vH für das Ausland.

Typen der Motoren

Die Motoren der Linke-Hofmann-Werke werden zur als sogenannte Normalläufer oder als Mittelläufer herellt. Für Schnelläufer sind bereits wertvolle Grundn vorhanden. Als N o r m a l l ä u f e r, Abb. 1 bis 4, den die Motoren schwerer Bauart mit Leistungen von bis 1200 PS_e bei 167 bis 250 Uml./min bezeichnet, die der Hauptsache als Antriebmaschinen in elektrischen Kraftwerken und von Werkstätten in Frage kommen. Um mit wenigen Modellen einen großen Bereich von Leistungen zu beherrschen, hat man **A**-Ständer gewählt. Da die Grundplatte an einem schweren Betonfundament verankert wird, kann sie als starr angesehen werden. Die Ständer werden oben gegeneinander durch die **U**-Eisen der Bedienungsgalerie auf beiden Seiten der Maschine und durch den gußeisernen Trog der wagerechten Steuerwelle abgestützt.

Welche ausgezeichnete Längsversteifung hierdurch erzielt wird, zeigte sich deutlich an einem Dreizylindermotor von 420 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub und 350 PS_e, der mit 250 bis 260 Uml./min, also mit 4,75 bis 4,94 m/s mittlerer Kolbengeschwindigkeit, auf dem Prüffeld gelaufen ist. Da der Motor auf zusammengeschraubten, gußeisernen Böcken aufgebaut war, wurde er durch die freien Massenmomente in der Hauptebene in geringe schaukelnde Bewegungen versetzt. Dabei war aber der größte Ausschlag kleiner als 1 mm. Eine Bewegung der einzelnen Teile des Motorgerüstes gegeneinander konnte jedoch an keinem Punkte wahrgenommen werden, ein Zeichen, daß die Längsversteifung ausreichend war.

Auch die Einkapselung des Triebwerkes, ein besondrer Vorzug des Kastengestells, ist bei dem Ständergestell mit einfachen Mitteln und ohne Beeinträchtigung der Form möglich. Dabei bleibt der Vorteil der Ständer, die Zugänglichkeit des Triebwerks, voll gewahrt; denn die Blechverschalungen zwischen den Ständern lassen sich schnell entfernen.

Die gute Zugänglichkeit gestattet auch, die billige und ölsparende Ringschmierung für die Wellenlager zu verwenden. Nur bei schnellaufenden Motoren braucht man die Druck-Umlaufschmierung, um die Erwärmung des Triebwerks zu vermindern. Immerhin ist die Ringschmierung noch bei verhältnismäßig großer Reibungsarbeit der Zapfen zulässig.

Die Brennstoffpumpe, beim kompressorlosen Motor die Seele der Maschine, wirkt namentlich bei der reinen Strahlzerstäubung um so sicherer, je besser man bei ihrem Antrieb die Fehlerquellen (Nachgiebigkeit der Teile,

Abb. 5
n einen Kompressormotor verwandelter kompressorloser Motor, zwei Zylinder, 180 PS

Abb. 6
Kompressorloser Dieselmotor (Mittelläufer), 250 PS bei 300 Uml./min

RZ2700 Z2u.3

Abb. 2 bis 4
Normalläufer-Dieselmotor der Linke-Hofmann-Werke vo 420 mm Zyl.-Dmr. und 570 mm Hub für 600 PS_e, 214 Uml./min

Schlupf, toter Gang usw.) vermeidet. Deshalb ist hier die Pumpe unmittelbar am Schwungrad auf der Grundplatte befestigt. Der Antrieb erfolgt nicht durch die Steuerwelle, sondern über besondre Stirnräder unmittelbar durch die Hauptwelle. Hierdurch wird trotz verhältnismäßig langer Leitungen zwischen Pumpe und Einspritzventilen eine genaue Zumessung des Treibstoffs zu allen Zylindern erzielt, wie die Indikatordiagramme erkennen lassen.

Der Regler ist auf der senkrechten Steuerwelle in unmittelbarer Nähe der Brennstoffpumpen angeordnet. Pumpe, Anlaßventile und Einrichtung zum Vermindern des Verdichtungsdrucks werden von einem Hebel ause herrscht. Die Einrichtung zum Vermindern des Verdi tungsdrucks gestattet, den Motor mit Preßgasen von 1 bis 20 at anzulassen, die aus den Zylindern durch ber dere Ventile abgezapft werden.

Im Auslande herrscht vielfach eine gewisse Zurü haltung gegenüber Neuerungen. Man zieht dort noch den Kompressormotor vor, weil man ihn als einbe triebsichere Maschine kennt. Dem kann man beim Stärl motor leicht Rechnung tragen. Man braucht nur an de Grundplatte einen Anschlußflansch anzubringen und du durch Anschrauben eines Kompressors jeden auf Ve

RZ2700 Z7÷9

Abb. 7 bis 9
Vierzylinder-Mittelläufer, 17 bis 260 PS_e bei 200 bi 300 Uml./min, 330 mm Zyl Dmr., 440 mm Hub, Maß stab 1 : 40

Abb. 4
Querschnitt
durch einen Zylinder

hergestellten kompressorlosen Motor in einen solchen mit Lufteinspritzung verwandeln, s. Abb. 5.

Mittelläufer, Abb. 6 bis 9, werden nur als kompressorlose Motoren gebaut. Die stetig sinkenden Verkaufspreise zwingen zur Schaffung dieser Bauart von höherer Drehzahl. Hier würde die Umwandlung in einen Kompressormotor große Modelländerungen bedingen, da die dem Schwungrad entgegengesetzte Stirnseite des Motors durch die Pumpen für Schmieröl und Kühlwasser verbaut ist.

Da die wagerechte Steuerwelle tief liegt, kann man sie von der Kurbelwelle aus mit einem Satz von drei Stirnrädern antreiben; es liegen daher keine Bedenken vor, die Brennstoffpumpe von dieser Steuerwelle anzutreiben. Um die Kurbelwelle leichter einlagern zu können, hat man auf das Hochziehen der Grundplatte, das bei Bootmaschinen üblich war, verzichtet. Das Kastengestell, auf das die Zylinder einzeln aufgesetzt werden und das in Zukunft mit den Zylindern zusammengegossen werden wird, sorgt für die notwendige Längsversteifung.

Die Kolben erwärmen sich bei kompressorlosen Motoren mit Strahleinspritzung wesentlich weniger als bei der Lufteinspritzung. Erst bei Zylinderleistungen von 175 PS_e wird man wohl zur Kolbenkühlung gezwungen sein. Über 175 PS_e Zylinderleistung dürfte man, weil die Kühlung der Tauchkolben konstruktiv schwierig ist, gekühlte Kolben mit besonderem Kreuzkopf ausführen. Bei so hohen Leistungen kommt zweckmäßig die heute allgemein gültige Bauart Schiffsantrieb: zusammengegossene

Abb. 10 a
Einspritzpumpe
Maßst. 1:10

Abb. 10 bis 10 b
Treiböl-Einspritzvorrichtung
Maßst. 1:20

Abb. 10 b
Einspritzdüse
Maßst. 1:10

oder verschraubte Zylinder, die mit der Grundplatte durch Zwischenständer verbunden werden, in Frage.

Brennstoff-Einspritzvorrichtung

Die Vorrichtung zum Einspritzen des Brennstoffs, Abb. 10 bis 10 b, wirkt nach dem Verfahren der reinen Strahlzerstäubung. Wesentlich für den Erfolg ist die Einspritzdüse, Abb. 11, eine sogenannte geschlossene Düse[1]) mit meist fünf Düsenlöchern, die von dem Nadelkegel vollständig abgedeckt werden. Dadurch wird das bei kompressorlosen Motoren oft störende Nachtropfen des Brennstoffes auf ein Mindestmaß beschränkt. Die geschlossene Düse gestattet, lange Leitungen zwischen Pumpe und Einspritzventil anzuwenden. Bis zum weitest entfernten Zylinder erreicht die Länge der Brennstoffleitung etwa 7 m. Obschon hier die Ölverdichtung beträchtlich ist, erreicht man in diesem Zylinder ebenso gute Verbrennung wie in den andern Zylindern, wie die Indikatordiagramme beweisen.

Der Öldruck wird mit Hilfe der Ventilfeder eingestellt. Er beträgt bei Gasöl 250 bis 300 at. Die Nadel öffnet sich unter dem Einfluß des auf den Unterschied der Nadelquerschnitte wirkenden Öldrucks. Sehr günstig verhält sich die Düse bei geringeren Belastungen und bei Leerlauf, während bei Düsen, deren Nadelkegel vor den Düsenlöchern liegt, bei geringerer Last und Leerlauf sehr oft eine unvollkommene Verbrennung, erkennbar an dem bläulichen Auspuff, eintritt. Durch Verlegen der Düsenlöcher in den Nadelkegel bleibt der Auspuff bis zum Leerlauf vollständig klar.

Die Gründe für diese gute Verbrennung sind die Vermeidung des Nachtropfens und die gute Zerstäubung. Dabei können die Spritzlöcher dieser geschlossenen Düse verhältnismäßig große Durchmesser erhalten. Während man bei offener Düse ohne bewegliche Nadel und bei halboffener Düse (Nadelkegel vor den Düsenlöchern) mit Bohrungen von 0,2 bis 0,35 mm Dmr. rechnen muß, sind hier Bohrungen von 0,5 bis 0,8 mm Dmr., je nach der Größe des Verbrennungsraumes, zulässig.

Bei Leerlauf, Abb. 12 bis 14, ist die Nadel ganz wenig geöffnet; man sieht aus den eingezeichneten Ölfäden, daß die Zerstäubung des gesamten Öls an der inneren scharfen Kante des Düsenloches erfolgt. Je mehr sich die Nadel bei zunehmender Belastung hebt, um so mehr bildet sich im Düsenloch ein fester, nicht so fein zerstäubter Kern, s. Abb. 15. Dies ist von großer Bedeutung, da der Ölkern der Träger der dem Öle durch den Pumpendruck mitgeteilten Energie ist; die dickeren Tröpfchen des Ölkernes haben eine größere Durchschlagkraft, sie fliegen weit in den Verdichtungsraum hinein und finden dort den zu ihrer Verbrennung notwendigen Sauerstoff. Wahrscheinlich bewirkt der Ölkern auch eine gute Durchwirbelung der Verbrennungsluft und dadurch das Eindringen der Luft in den Bereich der Brennstoffstrahlen. Hierauf deuten schon die hohen spezifischen Leistungen hin, die bei den kompressorlosen Motoren mit reiner Strahlzerstäubung erzielt werden.

Die Nadelhübe wachsen bei höherer Belastung verhältnismäßig beträchtlich. Wird nun die Ölförderung durch

[1]) DRP 403 751 und 404 665.

Abb. 15
Bildung eines Ölkernes bei höherer Belastung

Öffnen des Überströmventils der Pumpe unterbroch so dauert die Ölzerstäubung durch die sich schließen Nadel noch etwas länger. Die Zerstäubung wird dann u so feiner, je mehr sich die Nadel ihrem Sitz nähert, so d auch in der zum Teil verbrauchten Luft immer noch ei gute Verbrennung erzielt wird. Die Flamme zieht s nach den Düsenlöchern zurück, ähnlich wie sie bei d Nadelerhebung von den Löchern aus gewachsen ist.

Man hat versucht, den Hub der Nadel auf ein stimmtes Maß zu begrenzen. Der Erfolg war aber ni günstig. Das freie Spiel der federbelasteten Nadel erg die beste Verbrennung.

Mit dieser geschlossenen Düse ist es möglich, den V brennungsdruck verhältnismäßig niedrig zu halten u Diagramme zu erzielen, die der Gleichdruck-Verbrennu des Kompressormotors entsprechen. Infolgedessen darf Verdichtung höher sein, als man sonst bei den kompress losen Motoren mit Strahleinspritzung zuläßt, damit Zünddrücke nicht zu hoch werden. Hohe Verdichtu sichert ein gutes Ingangsetzen der kalten Masch und sichert auch eine gute Verbrennung bei schwe Ölen und besonders bei Steinkohlenteeröl ohne Zün

Es sind Versuche im Gange, dem Gleichdru diagramm noch auf andre Weise näherzukommen. kanntlich ist bei einem bestimmten Öldruck oder w eine bestimmte Ölmenge in einer bestimmten Zeit du eine Düsenöffnung getrieben wird, die Zerstäubung so besser, je kürzer das Düsenloch ist. Wie vorher gegeben, kann man mit zunehmender Güte der Zerstä bung die Vorzündung und damit die Druckerhöhung üb den Enddruck der Verdichtung verringern. In Abb. 16 ist eine Düse dargestellt, deren Löcher nur 0,5 mm lg sind. Diese Düse ergab Diagramme nach Abb. 17, die bereits als gute Gleichdruck-Diagramme angesproc werden können, wie man es bei Lufteinspritzung erst Allerdings können solche Düsen wegen der gerin Wanddicke aufreißen, doch liegen schon Erfolge neuartigen Düsen vor, deren Bohrungen kurz sind die doch eine lange Lebensdauer haben.

Abb. 11
Normale geschlossene Düse

Abb. 12 bis 14
Düse mit angehobener Nadel

Abb. 16
Düse mit kurzen Spritzlöc

Abnahmeprüfungen

Obering. W. Elsner, Breslau, hat im Februar 1926 einem kompressorlosen Motor von 600 PS_e, 420 mm -Dmr., 570 mm Hub und 214 Uml./min, Abb. 1 bis 4, ehende Versuche angestellt. Das Gasöl hatte 14 kcal/kg unteren Heizwert. Aus den Ergebnissen n in Zahlentafel 1 folgende Zahlen mitgeteilt:

Zahlentafel 1

Belastung	1/2	3/4	1/1
leistung . . . . . . PS_e	290,7	450,7	601,5
/min	219,5	216,8	214
erer nutzbarer Kolben-uck . . . . at	2,57	3,92	5,35
rauch (auf 10 000 kcal/kg izwert bezogen) kg/PS_eh	184,2	169,7	164,5
modyn. Wirkungsgrad if die Nutzleistung be-gen) . . . . vH	34,3	37,2	38,3

Im Sommer 1926 wurden an eine ausländische Be-e neun Borddynamos, bestehend aus Drei- und Vier-nder-Mittelläufern, s. Abb. 6 bis 9, gekuppelt mit chstromdynamos, geliefert. Bei der amtlichen Dauer-e, Zahlentafel 2, wurde die Leistung teils mittels der amo, teils mit einem Bremszaum gemessen.

Zahlentafel 2

Vierzylindermotor 330 mm Zyl.-Dmr., 440 mm Hub, 175 PS, 200 Uml./min

Belastung	1/1	3/4	1/2	1/4	1,15	1,2
V	240	236	228	220	240	244
A	480	375	255	160	545	565
trischer Wirkungs-ad	0,88	0,88	0,87	0,85	0,88	0,88
Uml./min	200	202	204	206	198	196
bare Motor-stung . . . . . . PS	177,5	137	91	55,7	202	213
rauch (bezogen auf 000 kcal/kg unteren izwert) . . kg/PS_eh	175	164	176	200	219	234

Dreizylindermotor 330 mm Zyl.-Dmr., 440 mm Hub, 120 PS, 200 Uml./min

nsleistung . PS	37	63	94,3	123	136,3	142,5	146
Uml./min	206	206	204	200	200	200	200[1])
nstoffverbrauch zogen auf 10 000 al kg unt. Heiz-rt . . kg/PS_eh	297	208	174	177	210	214	217

[1]) Die Drehzahl wurde mit der Federwage nachgestellt.

Der Verbrauch war bei den Vierzylindermotoren s günstiger, da bekanntlich der Wirkungsgrad mit Zylinderzahl steigt. Der günstigste Verbrauch liegt eiden Fällen bei etwa ¾-Last. Dies erklärt sich dar-daß bei den Motoren das Verhältnis vom Hub zum chmesser nur 1,33 beträgt. Beträgt das Verhältnis 1,5, dann wird der Verdichtungsraum günstiger, die Höhlung im Kolbenboden wird tiefer und die Länge der Brennstoffstrahlen größer.

An einem Dreizylindermotor der Ständerbauart mit 420 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub und 250 bis 260 Uml./min wurde wegen der verhältnismäßig hohen Kolbengeschwindigkeit ein etwa zehn Tage langer Dauerversuch ausgeführt. Die Temperatur der Grundplattenlager (Ringschmierung) betrug im Beharrungszustand 50 bis 53 ° bei einer Raumtemperatur von 13 bis 15 °. Die billige Ringschmierung reicht also aus. Der Motor wurde elektrisch abgebremst.

Es wurden Dauerversuche mit Gasöl und Braunkohlenteeröl ausgeführt. Letzteres hatte einen unteren Heizwert von nur 9520 kcal/kg und ist ein sogenanntes Heizöl. Aus Abb. 18 und 19 erkennt man den geringen Unterschied des Verbrauches bei den verschiedenen Belastungen von Vollast bis ¼-Last. Es besteht die Aussicht, den Anstieg des Verbrauchs von ¾- bis 1/1-Last verzögern, d. h. den Mitteldruck für die Nennlast höher annehmen zu können, was zur Verbilligung der Maschine beitragen würde. Wie bereits erwähnt, wird hierzu die Vergrößerung des Verhältnisses von Hub zu Zylinderdurchmesser wesentlich beitragen.

Mit Steinkohlenteeröl von 8980 kcal/kg unterem Heizwert war der Betrieb bis zu etwa ½-Last gut möglich, s. Abb. 20 und 21. Für geringere Belastungen und Leerlauf wird bei der vorhandenen Düsenbauart auf Grund früherer Versuche die Verdichtung um einige Atmosphären erhöht. Bei abgekuppelter Dynamo betrug der Teerölverbrauch 11,3 kg/h, bezogen auf 250 Uml./min. Die Berechnung des mechanischen Wirkungsgrades mit $\frac{60-11{,}3}{60} = 81{,}3$ vH, wobei 60 kg/h der Verbrauch bei Vollast bedeutet, ist nicht ganz genau. Sie gibt aber einen Anhalt dafür, ob bei zu hohem Verbrauch von Dieseldynamos und bei einwandfreier Verbrennung (unsichtbarem Auspuff) der Fehler in zu hoher Reibungsarbeit des Motors oder im elektrischen Teile zu suchen ist.

Auch mit Treibölen mit hohem Asphaltgehalt, z. B. argentinischem Dicköl (von Commodoro Rivadavia), wurden Versuche an dem Dreizylindermotor mit normaler Einspritzdüse ausgeführt; die Diagramme, Abb. 22 und 23, deuten auf einen guten Verlauf der Verbrennung hin. Die

Abb. 17
Diagramm für Düse nach Abb. 16

Abb. 18
Versuch mit Gasöl, umgerechnet auf 10 000 kcal/kg unteren Heizwert

Abb. 19
Versuch mit Braunkohlenteeröl, umgerechnet auf 10 000 kcal/kg unteren Heizwert

a nutzbarer Brennstoffverbrauch *b* indizierter Brennstoffverbrauch *c* mechanischer Wirkungsgrad
d Auspufftemperatur *e* Brennstoffverbrauch einer Kompressor-Maschine

Abb. 20
Betrieb mit Steinkohlenteeröl
$p_m = 5{,}72$ kg/cm² $n = 253$ Uml./min

Abb. 21
Betrieb mit Steinkohlenteeröl
$p_m = 6{,}625$ kg/cm² $n = 250$ Uml./min

Abb. 22
Betrieb mit argentinischem Öl

Abb. 23
Betrieb mit argentinischem Öl

Erfahrung hat aber ergeben, daß die Verbrennung schon nach wenigen Stunden des Betriebes wesentlich schlechter wird, was im Diagramm am Druckabfall während des Einspritzens und am höheren Verlauf der Expansionslinie gegen Hubende beobachtet wurde. Die Ursache ist, daß sich an den Düsenöffnungen Koks aus dem stark asphalthaltigen Brennstoff ansetzt. Es bilden sich dort rohrförmige Krater von oft mehr als 10 mm Länge. Manchmal

Abb. 24
Vorrichtung zum Messen des Druckes der Brennstoffpumpe

a Brennstoffpumpe
b Druckventil
c Rückschlagventil
d Entlüftungsschraube
e Hydro-Manometer 800 at

Abb. 29
Versuchsergebnisse mit Rohöl von Commodoro Riva(via)
($H_u = 9710$ kcal/kg)

a Brennstoffverbrauch für 1 PS_eh, bezogen auf $H_u = 10\,000$ k(cal/kg)
b „ „ 1 PS_ih, „ „ „ $= 10\,000$
c mechanischer Wirkungsgrad η_m
d indizierte Leistung
e stündlicher Brennstoffverbrauch „ „ „ $= 10\,000$

Abb. 25 und 26
Gekühlte Düse vom Jahre 1923

Abb. 27 und 28
Gekühlte Düse vom Jahre 1926

en diese Krater von selbst ab, und die Verbrennung d wieder besser; der Zustand ist aber veränderlich, d. h. Ansätze bleiben meist kurz und fest, und man kann nur ch Ausbau und Reinigen der Düse Abhilfe schaffen.

Die Untersuchung des normalen argentinischen Roh- ergab:

Unterer Heizwert	9710	kcal/kg
Spez. Gewicht bei 15 °C	0,92	
Viskosität bei 60 °C	9,7	Englergrade
„ „ 75 °C	6,1	„
„ „ 90 °C	3,8	„
Elementaranalyse C	83,62	vH
H_2	11,88	„
$O_2 + S + N_2$	4,443	„
Asche	0,057	„
Verkokungs-Rückstand	4,84	vH
Harte Asphalte (mit Normalbenzin bestimmt)	0,524	„
Weiche und harte Asphalte zus. (mit Alkohol-Aether ermittelt)	11,60	„

Man sieht, daß man hauptsächlich mit zwei Eigen- aften des Öles, nämlich der Zähflüssigkeit und dem ıen Asphaltgehalt, zu rechnen hat. Der Zähflüssigkeit ın man durch Ummanteln der ölführenden Leitungen l Speisen des Mantels mit heißem Kühlwasser abhelfen, sen Temperatur 80 bis 90° betragen muß. Die Vis- ität bleibt aber immer noch sehr groß, wodurch sich hohe Pumpendrücke und daher Schwierigkeiten im Antrieb der Pumpen einstellen.

Am Druckventil der Pumpe wurde die in Abb. 24 dargestellte Meßvorrichtung angebracht. Das Rückschlagventil in der Meßleitung hat den Zweck, zu verhüten, daß der Manometerzeiger nach jedem Druckhub zu sehr zurückgeht. Mittels der Entlüftungsschraube wird die Luft aus der Meßleitung entfernt und zur Nachprüfung der Manometerzeiger nach den einzelnen Versuchen auf null gebracht. Bei 4 mm lichter Rohrweite wurden gemessen

mit Gasöl bei Vollast	380 at	Pumpendruck,
„ argentinischem Dicköl 70 °C	450 „	„ ,
„ „ „ 90 °C	430 „	„ .

Bei 6 mm Rohrweite ergaben

Gasöl bei Vollast	280 at	Pumpendruck,
argentinisches Dicköl 90 °C	310 „	„ .

Weitere Versuche zeigten, daß die Länge der Leitung von der Pumpe bis zur Düse den Pumpendruck sehr wenig beeinflußt. Durch Erwärmen des Dicköls auf 90 °C und Vergrößern der Leitungen kann man also hinsichtlich der Pumpenbeanspruchungen gleiche Verhältnisse wie bei Gasöl schaffen.

Dagegen kann man das Verkoken an der Düse nur durch Herabsetzung der Temperatur der Teile verhindern, an denen sie auftreten. Es wurde daher die in Abb. 25 und 26 dargestellte gekühlte Düse eingebaut, die bereits bei den ersten kompressorlosen Motoren benutzt, später aber durch eine einfache, ungekühlte Düse ersetzt wor-

den war. Der Erfolg war gut, aber noch nicht durchgreifend genug. Vollständig verhindert wurde die Koksbildung an der Düse durch die in Abb. 27 und 28 dargestellte Konstruktion.

In der letzten Zeit hat Prof. Baer, Breslau, drei Vierzylindermotoren von je 350 PS und drei Sechszylindermotoren von 520 PS geprüft. Alle diese Motoren mußten 48 h laufen, und zwar 46 h mit Vollast und 2 h mit 10 vH Überlast.

Gewährleistet waren mit:

argent. Dicköl (ohne Toleranz)	Vollast . . .	196 g/PS_eh	bezogen auf 10 000 kcal/kg unt. Heizwert
	$^3/_4$-Last . . .	215 „	
	$^1/_2$-Last . . .	253 „	

Versuchsergebnisse:

a) Vierzylindermotor 395 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub, 214 Uml./min

Belastung	$^1/_2$	$^3/_4$	$^1/_1$	1,1
Nutzleistung . . . . PS	175	262,5	350	385
Verbrauch . . . . . g/PS_eh	200	180	184	192

b) Sechszylindermotor 395 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub, 214 Uml./min

Belastung	$^1/_2$	$^3/_4$	$^1/_1$
Verbrauch . . . . g/PS_eh	203,4	184	181

Während des 46stündigen Probelaufes mit Vo wurde der Brennstoff laufend gemessen; es ergab ein Durchschnitt von 184,1 g/PS_eh. Die Versuchsw sind in Abb. 29 graphisch aufgetragen. Die Mot wurden unmittelbar anschließend an den 48stünd Dauerlauf 10 min lang noch mit 20 vH überlastet. Brennstoffverbrauchzahlen sind um etwa 5 vH höher bei Gasöl. Durch Verbesserungen an der Brennstoffpu und am Einspritzventil ist inzwischen der Verbr mit Commodoro-Öl noch wesentlich vermindert worde

Prof. Baer hat an einem gleichen Vierzylinderm wie unter a) folgende Werte gemessen:

Nutzleistung . . . . PS_e	173	266	[illegible]
Verbrauch . . . . g/PS_eh	194	171	[illegible]

Neuerdings werden dem argentinischen R durch Destillation die leichteren Kohlenwasserstoffe zogen (Benzin, Petroleum, Gasöl). Zur Verwendung Rückstände im kompressorlosen Motor sind we Sondermaßnahmen notwendig, da erst bei 130 °C eine nügende Dünnflüssigkeit erreicht wird. Aussichtr Versuche zur einwandfreien Verwendung dieses Br stoffes sind im Gange. [B 270

Einwalzen von Rohren in Kesselwände[1]

Von Dr.-Ing. Philipp Oppenheimer, Camden N. J.

Die Verbindung von Rohren mit Kesselwänden muß dicht und fest sein. Bei der einfachsten und gebräuchlichsten Verbindung werden die Rohre mit Rohrwalzen in die Rohrlöcher des Kesselblechs oder der Rohrwand eingewalzt. Die Rohrwalzen können mit der Hand (bis vor kurzer Zeit herrschte der Handbetrieb vor) oder durch Druckluft- und elektrische Bohrmaschinen angetrieben werden. Bei den vom Verfasser ausgeführten sieben Versuchsreihen, bestehend aus 120 Einzelversuchen, wurden zum Antrieb der Rohrwalzen langsam laufende elektrische Bohrmaschinen verwendet. Die aufgenommene Leistung der Maschine wurde jeweils durch einen selbstschreibenden Wattmesser gemessen. Abb. 1 zeigt eine derartige Leistungsaufnahme.

Während der Zeitdauer *a* wird das Rohr aufgeweitet, bis sein äußerer Durchmesser gleich dem Durchmesser des Rohrloches geworden ist. Die Leistung nimmt hierbei proportional der Drehzahl der Rohrwalze zu.

Sobald das Rohr zum Anliegen an die Wandung des Loches kommt, steigt der Kraftverbrauch unter starken Schwankungen bis zu einem Höchstwert, der durch das Abschalten der Antriebmaschine bestimmt wird. In dieser Zeitdauer *b* wird das Rohr weiter gedehnt, und gleichzeitig üben die Rollen der Rohrwalze einen Druck auf die den Lochrand umgebenden Schichten der Kesselwand aus. Hierdurch treten bei den dem Lochrand zunächst liegenden, konzentrischen Schichten bleibende und elastische, bei den weiter entfernt liegenden Schichten nur elastische Formänderungen auf. Im Rohr und in der Kesselwand entstehen Spannungen, die radial nach der Lochmitte zu gerichtet sind.

Beim Zurückschrauben der Rohrwalze (Zeitdauer *c* der Abb. 1) bewirken diese innern Spannungen ein Zurückfedern des Rohres und der Lochwandung nach innen, bis Gleichgewicht eintritt, d. h. bis die radiale Spannung am äußeren Rohrumfang gleich groß und entgegengesetzt der radialen Spannung am Umfang des Loches geworden ist. So entsteht die Walzverbindung zwischen Rohr und Blech, die also eine Schrumpfverbindung ist. Im Gegensatz zur Wärmeschrumpfverbindung ist bei der Walzschrumpfverbindung der Lochdurchmesser nicht nur nach der Schrumpfung, sondern auch unmittelbar vor der Schrumpfung gleich dem äußeren Rohrdurchmesser.

Zu der Haftkraft des Schrumpfes tritt bei einem mit axialem Überstand eingewalzten Rohr der Widerstand, den das überstehende Rohrende, das beim Walzen in radialer Richtung herausgequetscht wird, gegen das Hereinziehen in den kleineren Lochdurchmesser bietet. Eine weitere Vergrößerung der Haftkraft findet statt, wenn beim Lösen der Verbindung Teile des Rohres oder des Bleches abgeschert werden. Dies ist der Fall bei Rohren, die entweder axial überstehend mit starken Kräften oder in Rillen in der Lochwandung oder mit einem rings um das Rohr gele Stahldraht eingewalzt sind.

Der Widerstand der Schrumpfverbindung gegen Herausziehen des Rohres, der gleich der Haftkraft glatt und ohne Überstand eingewalzten Rohres ist, w rechnerisch ermittelt, indem das Rohr und das umsc ßende Stück des Bleches (im folgenden Flansch gena als Hohlzylinder aufgefaßt wurden, die unter äußerem innerem Überdruck stehen. Die Haftkraft des Schrum ergab sich zu:

$$S = \mu\, 2\, \pi\, s_1 \frac{u_0 - u_0'}{\dfrac{1}{E}\,\dfrac{1{,}3\left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)^2 + 0{,}7}{\left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)^2 - 1} + \dfrac{1}{E'}\left(\dfrac{r_1}{\delta_1} - 1{,}3\right)} \quad . \ (\ldots$$

Hierin bedeuten:

- μ Beiwert der gleitenden Reibung zwischen Rohr- Lochwandung,
- s_1 Höhe des Zylindermantels, auf dem sich Rohr Lochwand berühren (höchstens gleich der B dicke),
- u_0 elastische Verkürzung des Lochhalbmessers, wen Widerstand des Rohres nicht vorhanden wä
- u_0' elastische Verkürzung des äußeren Rohrhalbme infolge der Eigenspannungen im Rohr,
- r_1 Lochhalbmesser nach der Schrumpfung,
- r_2 äußerer Flanschhalbmesser nach der Schrumpfung
- δ_1 Rohrwanddicke nach der Schrumpfung,
- E Elastizitätszahl des Blechmaterials,
- E' Elastizitätszahl des Rohrmaterials.

Abb. 1
Leistungsaufnahme beim Einwalzen von Rohren
a Aufweiten des Rohres *b* Walzen des Rohres unter gleichzeitiger Verformung der Rohrwand *c* Zurückschrauben der Walze

[1] Auszug aus der gleichnamigen Dissertation, Technische Hochschule München 1926, veröffentlicht in der Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins Bd. 30 (1926) S. 167.

Abb. 2
Abhängigkeit der Haftkraft des Schrumpfes vom Luftspalt

Abb. 3
Mit Überstand eingewalztes Rohr
c_r radialer Rohrüberstand

Abb. 4
Die Haftkraft in Abhängigkeit vom radialen Rohrüberstand

Wenn Rohre und Bleche aus dem gleichen Werkstoff tehen, vereinfacht sich die vorstehende Gleichung zu:

$$S = \mu\, 2\, \pi\, s_1\, E \frac{u_0 - u_0'}{\frac{2}{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 - 1} + \frac{r_1}{\delta_1}} \quad \ldots\ldots (2).$$

Zu den Versuchen[2]) wurden Kesselbleche aus Stahl den Blechsorten F I und F II verwendet. Die nellhärte schwankte von 92 bis 112. Der hauptsächlich wendete F I-Werkstoff hatte eine Zerreißfestigkeit von kg/mm², 28,1 vH Bruchdehnung und 0,045 vH Kohlenffgehalt. Die mittlere Zerreißfestigkeit des Rohrmatels betrug bei der Anlieferung 41,5 kg/mm², die Bruchnung 23,8 vH. Durch Glühen in Holzkohlenfeuer sank Festigkeit im Mittel um 3 vH, während die Dehnung 7,5 vH stieg. Durch Glühen in einem Glühofen wurde Festigkeit im Mittel um 5 vH vermindert, während die nnung um 11 vH erhöht wurde.

Von den in Lagerlängen vorhandenen Rohren wurden cke von 200 mm Länge abgeschnitten, an einem Ende bkugelförmig zusammengeschweißt und in Holzkohlener geglüht. Die Flanschen, in die die Rohre eingewalzt rden, wurden aus dem vollen Blech autogen herauschnitten und hatten einen Durchmesser von 200 mm. h dem Einwalzen wurden die Proben unter hydrauhem Druck auf Dichtheit untersucht. Alsdann wurden Rohre in einer Amsler-Laffon-Druckpresse aus den nschen herausgedrückt, wobei die größte Haftkraft abesen wurde.

Um die reine Haftkraft des Schrumpfes zu ermitteln, rden 46 Rohre glatt und ohne Überstand eingewalzt. Die gebnisse dieser Versuche zeigten in voller Übereinstimng mit der oben aufgeführten Gleichung, daß die Haftft des Schrumpfes von folgenden Faktoren abhängig ist:

1. Sie ist dem Beiwert der gleitenden Reibung μ zwischen Rohroberfläche und Lochwandung proportional, d. h. sie ist um so größer, je rauher die Oberflächen des Rohres und der Lochwandung sind. Die Reibungsbeiwerte zwischen gefeilter Rohroberfläche und glatt ausgedrehter Lochwandung betrugen $\mu_g = 0{,}54$, zwischen mit Sandstrahlgebläse abgeblasener Rohroberfläche und glatt ausgedrehter Lochwandung $\mu_a = 0{,}95$.
2. Sie ist der wirksamen Blechdicke proportional. Die Linien der Haftkraft steigen mit zunehmender Blechdicke rascher an, z. B. beträgt die Haftkraft bei 50 mm Blechdicke das 6,3fache der bei 25 mm Blechdicke.
3. Sie ist um so größer, je stärker die Rückfederung der Lochwand und je kleiner die Rückfederung des Rohres nach dem Einwalzen ist; diese ist um so kleiner, je weicher das Rohrmaterial und je geringer der Luftspalt e zwischen Rohr- und Lochwand vor dem Einwalzen gewesen sind. Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 2 aufgetragen.
4. Sie ist von dem Verhältnis $\frac{r_1}{\delta_1}$ (äußerer Rohrhalbmesser zur Rohrwanddicke) abhängig. Bei Rohren gleichen Durchmessers haben diejenigen eine höhere Haftkraft, deren Wanddicke größer ist. Bei gleicher Wanddicke haben Rohre größeren Durchmessers eine geringere Haftkraft als Rohre kleineren Durchmessers, müssen jedoch mit stärkeren Kräften eingewalzt werden, um dicht zu sein.
5. Sie ist vom Verhältnis $\frac{t_1}{d_1} = \frac{r_2}{r_1}$ (Teilung zum Rohrdurchmesser) abhängig. Der Einfluß dieses Faktors auf die Haftkraft ist klein gegenüber dem von $\frac{r_1}{\delta_1}$ und von praktischer Bedeutung nur bei schmalen Stegen zwischen den Rohrlöchern.
6. Sie ist eine Funktion des Rohr- und des Blechmaterials, sie ist am größten bei Rohren und Blechen aus Stahl, kleiner bei Rohren aus Stahl und Blechen aus Kupfer.
7. Die zum Einwalzen aufgewendeten Kräfte haben keinen Einfluß auf die Haftkraft und die Dichtheit der Walzschrumpfverbindung, sobald sie einen bestimmten Mindestwert überschritten haben, der vom Rohrdurchmesser und der Rohrwandstärke abhängig ist.

Für die Haftkraft eines mit axialem Überstand vor dem Blech eingewalzten Rohres ist die Ausführung der Lochkanten des Bleches von Bedeutung. Bei scharfen Lochkanten wurde keine Erhöhung der Haftkraft des Schrumpfes durch den Überstand beobachtet, während bei abgerundeten Lochkanten die gesamte Haftkraft um so mehr anstieg, je größer nach dem Einwalzen der Unterschied zwischen dem äußeren Rohrdurchmesser, vor dem Blechloch gemessen, und dem Blechlochdurchmesser war, Abb. 3. In Abhängigkeit von diesem Unterschied, der mit radialer Rohrüberstand c_r bezeichnet ist, sind in Abb. 4 die zugehörigen Haftkräfte aufgetragen. Bei einem radialen Rohrüberstand von 1 mm beträgt z. B. die gesamte Haftkraft ungefähr das Vierfache der Haftkraft des Schrumpfes eines gefeilten Rohres.

Die Haftkraft kann weiter erhöht werden durch kegeliges Aufweiten des überstehenden Rohrendes, und zwar um so mehr, je größer der Aufweitwinkel ist. Der Höchstwert wird bei umgebördelten Rohren erreicht.

Wenn das überstehende Rohrende beim Einwalzen besonders stark herausgequetscht wird, was durch Verwendung besonderer Rohrwalzen oder durch Anwendung sehr starker Kräfte bewirkt wird, wird der Widerstand des überstehenden Rohrendes gegen das Hereinziehen in den kleineren Lochdurchmesser beträchtlich vergrößert, und Teile des Rohres werden abgeschert. Die gebräuchlichste Walzverbindung, bei der beim Herausdrücken des Rohres Teile des Rohres abgeschert werden, ist die Walzrillenverbindung. In die Wandung des Blechloches werden eine oder mehrere Rillen eingedreht, in die das Rohrmaterial beim Einwalzen hineingequetscht wird. Sämtliche Abscherverbindungen, die untersucht wurden, waren bei Wasserdrücken bis zu 200 at dicht. Die Haftkräfte der Walzrillenverbindungen wachsen mit zunehmenden Aufwalzkräften und erreichen ihren höchsten Wert, wenn die Rillen mit Rohrmaterial vollgepreßt sind. Die Formänderungen und die Verfestigung des Rohr- und des Blechmaterials sind wesentlich größer als beim glatten Einwalzen. Die größte

[2]) Die Versuche wurden in der Dampfkesselfabrik vorm. A. Rodrg A.-G., und in der Materialprüfanstalt der Technischen Hochule, beide in Darmstadt, von dem Verfasser ausgeführt.

Abb. 6 (rechts)
Härte des Bleches nach dem Einwalzen

Abb. 5
Kugeldruckhärte in Abhängigkeit von der jeweiligen spezifischen Belastung

Abb. 7
Rohrwand nach dem Einwalzen

Haftkraft (gleich dem 12fachen der Haftkraft des Schrumpfes eines gefeilten Rohres) wurde bei einer Rille von quadratischem Querschnitt ermittelt.

Günstige Ergebnisse wurden mit der Walzdrahtverbindung nach Lang[3]) erzielt, bei der rings um das Rohr zwischen Rohr und Lochwand ein Stahldraht gelegt wird. Bei dieser Verbindung waren größere Kräfte zum Einwalzen nicht erforderlich, und die Formänderungen waren daher auch nicht größer als beim üblichen Einwalzen, während die Haftkraft das Neunfache der Haftkraft des Schrumpfes eines gefeilten Rohres betrug.

Um den Zusammenhang zwischen den auf den jeweiligen Querschnitt bezogenen Belastungen und den durch die Brinellsche Kugeldruckprüfung gefundenen Härtezahlen festzustellen, wurde eine größere Anzahl von Zerreiß-, Druck- und Kugeldruckversuchen ausgeführt, deren Ergebnisse in Abb. 5 dargestellt sind. Die Brinellhärte ist eine lineare Funktion der Belastungen und daher ein Maßstab für die Verfestigung eines Werkstoffes durch Kaltbearbeitung.

Die Rohrlöcher von 15 Versuchsflanschen wurden nun, nachdem die Rohre herausgedrückt worden waren, exzentrisch ausgedreht, die Flanschen in mehrere Teile zerlegt, und die Härte des Materials in verschiedenen Abständen

[3]) „Maschinenbau", Bd. (1925) S. 218 u. f.

Abb. 8
Fließbilder auf der üblich gewalzten Rohrwand
Maßst. rd. 1:

Abb. 9
Fließbilder auf der stark gewalzten Rohrwand
Maßst. rd. 1:3,5

vom Lochrand unter der Kugeldruckpresse festgestellt. so gefundenen Härtelinien, von denen eine in Ab wiedergegeben ist, weisen einen ähnlichen Verlauf Die Verfestigung des Materials und die Ausbreitung verfestigten Zone vom Lochrand wachsen annähernd portional der zum Einwalzen verwendeten Kraft.

Um die gegenseitige Beeinflussung mehrerer Roh untersuchen, die in dieselbe Rohrwand eingewalzt wurden in zwei Bleche von je 21 mm Dicke und 40 Dmr. je ein Rohr von 83 mm Dmr. in der Mitte und gleiche Rohre rund herum eingewalzt, Abb. 7. Die gewendete mittlere Walzleistung betrug bei der üblich walzten Rohrwand 1,25 PS, bei der stark gewalzten wand 2,25 PS. Sämtliche Rohrverbindungen waren dich Wasserdrücken von 50 at. Die Haftkräfte der zuerst gewalzten, mittleren Rohre waren nicht kleiner, als di äußeren Rohre. Der Durchmesser der stark gewa Rohrwand war durch das Einwalzen der Rohre um 6 der üblich gewalzten Rohrwand nur um 0,9 vH gewac

Vergleiche der in den Abb. 8 und 9 photographi Fließbilder, die an der Oberfläche der Bleche auftr zeigen, daß die Ausbreitung der Fließbilder bei der gewalzten Rohrwand bedeutend stärker ist als bei üblich gewalzten Rohrwand, insbesondere, daß das Ma der Stege zwischen dem mittleren Rohrloch und den äu Rohrlöchern durchweg verfestigt ist. Weitere Untersu gen der Stege durch Kugeldruckversuche, Gefügebilder Rekristallisation hatten folgendes Ergebnis:

Durch das Einwalzen der Rohre mit größeren Kr entsteht in den Lochstegen ein von dem ursprüngl stark verschiedenes Material, das über den ganzen schnitt hin spröder geworden ist. Die Härte, Fließg und Zerreißfestigkeit sind größer, die Dehnung kleine worden. Mit anderen Worten, das Material ist wenige eignet als das ursprüngliche, die im Kesselbetrieb auftr den Dauerbeanspruchungen auszuhalten.

Die Kunst des Rohrwalzens besteht darin, eine und dichte Verbindung von Rohr und Rohrwand mit lichst geringen Einwalzkräften zu erzeugen. Bei den beschriebenen Versuchen (Rohrdurchmesser 83 mm, wanddicke 3,5 mm, Blechdicke 25 mm) hat sich eine leistung von 1,1 PS, entsprechend einer Umfangskraft Rolle der Rohrwalze von 370 kg, als genügend erwies

Zur Schonung der Rohre und Rohrwände wird die wendung von Rohrwalzen empfohlen, die sich selbs ausschalten oder ein Zeichen geben, sobald ein bestim Druck überschritten wird. [M 26]

Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe

Von Prof. Chr. Eberle, Darmstadt

(Schluß von Seite 992)

Abb. 10 bis 12
Älterer Doppeleinschieß-Dampfbackofen
Zwei Herde zu 2,58 × 2,3 m² Rost 0,5 × 0,3 m²

Die Röhrenbacköfen

Vach der Art ihrer Beschickung werden die Röhren-
Dampfbacköfen unterschieden in Einschieß-, Auszug-
Kombinationsöfen. Während bei den Einschießöfen
Brote einzeln in den Backraum eingebracht werden, ist
Auszugofen die Herdplatte auf einem Gestell ausfahrbar angeordnet. Der ausgezogene Herd wird auf einmal vollständig mit Backware besetzt und wieder eingefahren. Dieser Herd wird besonders für größere Bäckereien bevorzugt. Meist sind zwei mit Dampf beheizte Herde übereinander angeordnet, so daß man eigentlich von Doppeleinschieß- bzw. Doppelauszugöfen reden

Zahlentafel 6
Ergebnisse der Versuche an einem älteren Doppeleinschieß-Dampfbackofen
nstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 11,1 vH, Wassergehalt 14,5 vH, unterer Heizwert 4455 kcal/kg

ch Nr.	1	2	3	4	5	6	7
	Mittwoch 20. Oktober 1926	Donnerstag 21. Oktober	Freitag 22. Oktober	Sonnabend¹ 23. Oktober	Montag 25. Oktober	Dienstag 26. Oktober	Mittwoch 27. Oktober
ntemperatur °C	4	3	4	4	7	5	4
nenge kg	404	403	510	418	481	480	425
n Brot vH	67,0	68,2	74,8	48,9	75,1	73,2	69,6
Kleingebäck „	33,0	31,8	25,2	51,1	24,9	26,8	30,4
hl der Brotschüsse	2	2	2	2	2	3	2
nstoffmenge kg	115	122,5	135	115	170	120	115
sgl. für 100 kg Teig „	28,5	30,4	26,5	27,6	35,4	25,0	27,0
neverbrauch f. 1 kg Teig kcal	1270	1355	1180	1230	1580	1115	1205
rückstände bez. a. d. Brennff vH	8,7	7,5	9,5	8,3	10,4	9,7	9,1
von verbrennlich „	24,6						
s: Mittl. CO_2-Gehalt „	7,3	7,5	7,7	7,1	9,6	9,7	10,0
„ O_2- „ „	12,8	12,4	12,0	12,4	10,3	10,2	9,8
„ CO- „ „	0,4	0,6	0,8	1,3	0,3	0,3	0,4
iberschußzahl	2,47	2,34	2,22	2,26	1,92	1,91	1,82
Abgastemperatur °C	302	283	283	270	317	316	318
Raumtemperatur „	25	26	24	26	21	24	25
mm W.-S.	2,1	1,7	1,3	1,3	1,9	1,9	1,9

Wärmebilanz

	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
ust durch Herdrückstände	175	3,9	149	3,3	189	4,2	165	3,7	207	4,7	193	4,3	181	4,1
„ freie Abgaswärme	1031	23,2	989	22,2	943	21,2	940	21,1	939	21,1	925	20,8	897	20,1
„ gebundene Wärme	141	3,1	202	4,5	254	5,7	420	9,4	82	1,8	80	1,8	108	2,4
tige Verluste und Nutzrme	3108	69,8	3115	70,0	3069	68,9	2930	65,8	3227	72,4	3257	73,1	3269	73,4

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	449	28,8	1285
Dienstag bis Sonnabend	442	27,5	1225

Abb. 13 bis 16
Neuerer Doppeleinschieß-Dampfbackofen mit Konditorherd

Zwei Herde zu 2,60 × 2,00 m²
Konditorherd . . 2,20 × 2,00 „
Rost . . . 0,85 × 0,26 „

müßte. Beim Kombinationsofen ist der untere Herd als Auszug-, der obere als Einschießherd ausgebildet.

D e r E i n s c h i e ß - D a m p f b a c k o f e n. Der untersuchte ältere Doppeleinschießofen, Abb. 10 bis 12, hat zwei übereinanderliegende Backherde, die Feuerung ist seitlich angeordnet; sie wird vom Keller aus bedient. Nach dem Verlassen der Feuerung ziehen die Rauchgase in Kanälen über dem Oberherd dem Fuchs zu. Zahlentafel 6 enthält die Ergebnisse der Untersuchung. Die verheizten rheinischen Braunkohlenbriketts hatten 11,1 vH Aschengehalt, 14,5 vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert von 4455 kcal/kg. Der Ofen wurde morgens um 5 Uhr mit 50 bis 75 kg Kohle zum Brötchenbacken angeheizt. Vor dem Broteinschießen wurde jeweils um 7 und 10 Uhr nachgeheizt, und nach dem Herausnehmen der letzten Backware wurden an den meisten Tagen nochmals 20 kg Brennstoff aufgegeben, um eine zu starke Abkühlung des Ofens zu vermeiden. Zur Vorheizung am Sonntag wurden 75 kg Briketts verfeuert. Im Durchschnitt wurden täglich 400 bis 500 kg Teig verbacken und dazu 115 bis 140 kg Brennstoff gebraucht. Durch das starke Vorheizen am Sonntag betrug der Gesamtbrennstoffverbrauch für die Backgutmenge am Montag 170 kg. Bei den Versuchen 1 bis 4 ergab die Untersuchung der Abgase 7,1 bis 7,7 vH CO_2 und 0,4 bis 1,3 vH CO. Bei den Versuchen 5 bis 7 wurde die Feuerbedienung von den die Untersuchung durchführenden Ingenieuren selbst vorgenommen; der CO_2-Gehalt stieg nun im Mittel auf 9,6 bis 10,0 vH. Gleichzeitig stieg jedoch auch die Abgastemperatur von etwa 280° auf 317 °C an. Der Verlust durch freie Wärme der Abgase wurde zu 20,1 bis 23,2 vH, der Verlust durch gebundene Wärme zu 1,8 bis 9,4 vH ermittelt. In den Herdrückständen, die mit 7,5 bis 10,4 vH anfielen, war noch 24,6 vH Verbrennliches, das sind 3,3 bis 4,7 vH der Brennstoffwärme. Im Wochenmittel wurde ein Brennstoffverbrauch von 28,8 kg auf 100 kg Teig festgestellt; das sind 1285 kcal für 1 kg. Ohne Berücksichtigung des Montags ergaben sich Werte von 27,5 kg bzw. 1225 kcal.

Der Wärmeverbrauch an den einzelnen Tagen bewegte sich zwischen 1115 und 1580 kcal für 1 kg Teig. Durchschnittlich wurden etwa 8000 kcal Nutzwärme täglich als warmes Wasser dem Vorwärmer entnommen, das sind rd. 1,5 vH der Brennstoffwärme. Auch bei diesen Ergebnissen ist wieder deutlich der Einfluß der Backgutmenge sowie der Auskühlung über Sonntag auf Brennstoffverbrauch für die Teigmengeneinheit zu kennen. Die Belastung des Ofens war verhält mäßig hoch, was wohl ein Hauptgrund für günstigen Wärmeverbrauchzahlen ist. Ein Vergl der Ergebnisse der Versuche 1 bis 4 und 5 bi zeigt deutlich den E r f o l g d e r s o r g f ä l t i F e u e r b e d i e n u n g in der zweiten Woche. Wenn die Verluste durch freie Wärme der Rauchgase inf der höheren Abgastemperatur nicht in dem Maße zur gehen, wie es der geringeren Luftüberschußzahl spricht, so erhöht sich doch immerhin der Feuerwirku grad um 3 bis 4 vH. Die Wärmeverbrauchzahlen de und 27. Oktober sind daher günstiger als die der woche bei gleicher Belastung.

Der zweite untersuchte E i n s c h i e ß o f e n, Ab bis 16, ist von n e u e s t e r B a u a r t. Er ist wie der besprochene Ofen mit seitlicher Feuerung ausger die jedoch von der Backstube aus bedient wird. den beiden mit Dampf beheizten Backräumen befindet ein Konditorherd, der von unten durch die obere Rohr des Mittelherdes und von oben durch Rauchgaskanäl heizt wird.

Als Brennstoff dienten rheinische Braunkohlenbri von 4752 kcal/kg unterem Heizwert, die 6,1 vH Asche 15,1 vH Wasser enthielten. Die Bedienung des Ofens dieselbe wie die des vorherbesprochenen Ofens, nur w hier für den nächsten Tag nach der Beendigung Backens nicht vorgeheizt. An den meisten Tagen w dreimal Brot eingeschossen, das zunächst im un Herd angebacken und dann im mittleren Herd f gebacken wurde. Die tägliche Teigmenge betrug 30 492 kg, die Brennstoffmenge 102,5 bis 134 kg. Die gase enthielten im Mittel 12,1 bis 13,5 vH CO_2 un bis 1,7 vH CO. In den Herdrückständen, die 5,1 bis 6 des Brennstoffgewichtes betrugen, war 5,9 vH brennliches enthalten. Die mittlere Abgastempe schwankte zwischen 338 und 350 °C. Nach der W bilanz gingen in den Herdrückständen 0,5 bis 0, in den Abgasen als freie Wärme 16,2 bis 18 und als gebundene Wärme 1,0 bis 7,1 vH verloren Wochenmittel ergab sich für 100 kg Teig ein Brenn verbrauch von 33,6 kg bzw. 32,6 kg ohne Berück tigung des Montags. Rechnet man auf den Wärm brauch für 1 kg Teig um, so erhält man Werte von und 1550 kcal und einen thermischen Wirkungsgra 8,1 bis 8,4 vH.

Die Abgastemperaturen waren sehr hoch. E allerdings zu beachten, daß man bei einer Außentempe von 16 bis 21 °C kein Warmwasser zu Betriebszw zu erzeugen brauchte. Wie Messungen am 25. 26. Januar 1927 bei Außentemperaturen von + 2 und ergaben, betrug die Abgastemperatur bei einer Entn von etwa 250 bis 300 l Warmwasser von 50 bis 60 °C ähnlichen Belastungsverhältnissen wie oben nur 26 265 °C. Damit würde der Abgasverlust durch Wärme um 4 vH kleiner, während gleichzeitig die wärme um 2 bis 3 vH ansteigt.

E i n w e i t e r h i n u n t e r s u c h t e r E i n s c h o f e n war in Aufbau und Größe dem vorbesproc Ofen ziemlich gleich. Zum schnelleren Anheizer Ofens war die F e u e r u n g m i t U n t e r w i n d

n, so daß sich ein Vorheizen am Abend, selbst am ıtag, erübrigte. War nach einer Brennstoffaufgabe Brennstoffschicht durchgebrannt, so wurde der Unter-l abgestellt und die Feuerung mit natürlichem Zug ieben.

Zahlentafel 7 enthält die Ergebnisse der Versuche. Brennstoffuntersuchung ergab 4,9 vH Aschengehalt, vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert von kcal/kg. Die täglich verbackenen Teigmengen rankten zwischen 440 und 890 kg, die verheizten Bri-gewichte zwischen 122 und 213 kg. Der CO_2-Gehalt Abgase betrug 12,3 bis 13,6 vH, der CO-Gehalt 0,9 2,3 vH. In den Herdrückständen, die noch 20,9 vH brennliches enthielten, gingen 2,0 bis 3,0 vH des Heiz-es der Kohle verloren. Die Verluste durch freie me der Rauchgase wurden bei einer Abgastempe-r von 245 bis 278° C zu 11,2 bis 13,7 vH ermittelt, Verluste durch gebundene Wärme zu 4,1 bis 9,7 vH. mittlere Brennstoffverbrauch für 100 kg Teig ergab zu 26,5 bzw. 25,1 kg und damit der Wärmeaufwand 1 kg Teig zu 1220 bzw. 1150 kcal. Die verhältnis-ig günstigen Wärmeverbrauchzahlen dieses Ofens wesentlich seiner zeitweise außerordentlich hohen stung zuzuschreiben. Anderseits gestattet die Unter-lfeuerung ein rasches Hochheizen des Ofens und ıt das wärmetechnisch ungünstige Vorheizen über-ig. Der Einfluß der Belastung tritt wiederum klar or (s. Versuch 5 und 6). Die Auskühlung des Ofens Sonntag scheint ziemlich stark zu sein; sie ist über Montag hinaus noch deutlich an den höheren Wärme-rauchzahlen der beiden Dienstagversuche zu er-ıen.

Der Kombinationsofen. Abb. 17 bis 19 en den untersuchten Kombinationsofen. Die Feuerung seitlich angeordnet, wird jedoch von der Stirnwand bedient. Der untere der beiden mit Dampf beheizten le ist als Auszugherd ausgebildet und dient ausschließ-zum Brotbacken. Über dem mittleren Einschießherd ist noch ein Konditorherd angebracht, der von oben durch die Kanäle der abziehenden Rauchgase geheizt wird. Aus Zahlentafel 8 sind die Ergebnisse der Untersuchung zu entnehmen. Die verheizten rheinischen Braunkohlenbriketts hatten 5,7 vH Aschengehalt, 15,1 vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert von 4778 kcal/kg. Der Ofen wurde morgens um 5 Uhr angeheizt, der mittlere Herd mit Brötchen und der untere etwas später mit Brot beschickt. Die weiteren Heizzeiten richteten sich nach den jeweiligen Brotschüssen. Zwischen 17 und 19 Uhr wurde der Ofen für den nächsten Tag vorgeheizt. Am Sonntag wurde zweimal geheizt, je einmal morgens und abends. Die täglichen Teigmengen bewegten sich zwischen 308 und 616 kg, die Brennstoffmengen zwischen 115 und 213 kg. Die Abgasuntersuchung ergab mittleren CO_2-Gehalt von 9,0 bis 11,5 vH und CO-Gehalt von 0,8 bis 2,2 vH. An Asche und Schlacke fielen 7,1 bis 7,9 vH des Brennstoffgewichtes an, die noch 24,7 vH Verbrennliches enthielten. Die Rauchgastemperaturen betrugen am Eintritt in den Kamin 253 bis 282 °C. Aus diesen Werten errechnen sich die Verluste durch freie Wärme zu 13,5 bis 17,1 vH, durch gebundene Wärme zu 4,4 bis 10,6 vH und durch Unverbranntes in den Rückständen zu 3,0 bis 3,3 vH. Bei 463 kg mittlerer Teigmenge wurde der durchschnittliche Brennstoffbedarf für 100 kg Teig zu 32,6 kg, der Wärmeverbrauch für 1 kg Teig zu 1560 kcal ermittelt. Ohne Berücksichtigung des Montags stellen sich diese Werte auf 30,4 kg bzw. 1450 kcal/kg. Bei diesem Ofen ist wohl am klarsten der Einfluß der Belastung auf den Wärmeverbrauch zu ersehen. Während bei der kleinen Belastung für 1 kg Teig 1780 bis 1800 kcal aufgewendet werden müssen, sinkt dieser Wert bei der höheren Belastung auf 1310 bis 1330 kcal, d. h. um 26 vH. Durch den hohen Brennstoffverbrauch am Sonntag und Montag erhöht sich der mittlere Wärmeverbrauch während der Versuchswoche von 1450 auf 1560 kcal, also um 7,6 vH.

Die Ergebnisse der Feuerungsuntersuchung der beiden letzten Backöfen zeigen sehr deutlich die beson-

Zahlentafel 7

ebnisse der Versuche an einem Doppeleinschieß-Dampfofen mit Unterwindfeuerung
nstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 4,9 vH, Wassergehalt 18,2 vH, unterer Heizwert 4593 kcal/kg

ch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Montag 28. März	Dienstag 29. März	Mittwoch 30. März	Donnerstag 31. März	Freitag 1. April	Sonnabend 2. April	Montag 4. April	Dienstag 5. April
ntemperatur °C	8	6	8	7	8	6	8	5
menge kg	591	471	615	481	462	889	604	441
n Brot vH	74,9	67,6	73,5	66,2	65,8	67,9	74,2	66,5
Kleingebäck „	25,1	32,4	26,5	33,8	34,2	32,1	25,8	33,5
hl der Brotschüsse	3	2	3	2	2	4	3	2
nstoffmenge kg	197,5	140	154	126	122	191	213	136
lesgl. für 100 kg Teig „	33,4	29,7	25,0	26,2	26,4	21,4	35,2	30,8
neverbrauch für 1 kg Teig kcal	1530	1360	1150	1200	1210	985	1615	1410
rückstände, bez. a. d. Brennoff vH	6,8	8,2	5,7	7,1	6,7	7,9	5,4	6,8
von verbrennlich „	20,9							
s: Mittl. CO_2-Gehalt „	13,0	13,6	12,6	13,6	12,3	12,7	13,4	12,9
„ O_2- „ „	5,5	5,4	5,9	5,6	6,7	6,7	5,5	6,2
„ CO- „ „	2,3	1,4	2,3	1,1	1,5	0,9	1,6	1,3
iberschußzahl	1,26	1,28	1,29	1,31	1,39	1,42	1,28	1,35
Abgastemperatur °C	245	272	270	271	266	268	252	278
Raumtemperatur „	21	20	23	20	24	22	20	21
mm W.-S.	2,1	2,1	2,5	2,2	1,6	2,2	2,0	2,2

Wärmebilanz

	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
ıst durch Herdrückstände	115	2,5	138	3,0	96	2,1	120	2,6	113	2,5	134	2,9	91	2,0	115	2.5
„ freie Abgaswärme	513	11,2	591	12,9	582	12,7	595	12,9	613	13,3	630	13,7	541	11,8	631	13,7
„ gebundene Wärme	429	9,3	270	5,9	443	9,7	213	4,6	314	6,8	188	4,1	307	6,7	262	5,7
ige Verluste und Nutzwärme	3536	77,0	3594	78,2	3472	75,5	3665	79,9	3553	77,4	3641	79,3	3654	79,5	3585	78,1

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	585	26,5	1220
Dienstag bis Sonnabend	584	25,1	1150

Querschnitt A-B — Ansicht — Längsschnitt C-D

Abb. 17 bis 19
Kombinations-Dampfbackofen
Auszugherd 2,70 × 1,65 m² Einschußherd 2,70 × 2,00 m² Konditorherd 2,20 × 1,65 m² Rost 0,85 × 0,25 m²

deren Mängel der Backofenfeuerung. Nach der Brennstoffaufgabe tritt eine starke Entwicklung brennbarer Gase ein. Je größer die Schichthöhe des Brennstoffes ist, d. h. je mehr Kohle auf einmal aufgegeben wird, desto höher werden die Verluste durch Unverbranntes in den Abgasen, da die Feuerraumwandungen zunächst noch nicht die zur Zündung notwendige Temperatur haben. Eine Zuführung von Zusatzluft durch die Feuertür hat, solange die Schicht nicht ganz durchgebrannt ist, keinen Zweck, sie erniedrigt vielmehr besonders, wenn sie nicht vorgewärmt ist, die Temperatur im Feuerraum und verzögert damit die Zündung der unverbrannten Gase. Bei dem ersten Anheizen des Einschießbackofens neuerer Bauart, das etwa 40 Minuten in Anspruch nahm, betrug z. B. die auf 1 m² Rostfläche und Stunde verfeuerte Brennstoffmenge 270 kg. Es zeigte sich daher auch bei den Versuchen, besonders zu Beginn der Verbrennung, ein hoher CO-Gehalt in den Abgasen, der mit fortschreitender Verbrennung zurückging. Auch war infolge der geringeren Feuerwandtemperaturen die CO-Bildung ei[illegible] ersten täglichen Heizen am stärksten.

Der Doppelauszugofen. Die Untersu[illegible] wurde in einer größeren Bäckerei durchgeführt, d[illegible] neben den beiden Versuchsbacköfen noch ständig n[illegible] dritten Auszugofen im Betrieb hat.

Die beiden untersuchten Doppelauszugöfen si[illegible] Abb. 20 bis 22 dargestellt. Man sieht, daß jeder Ofe[illegible] m[illegible] zwei Rosten ausgerüstet ist, die von der Rückseit[illegible] a[illegible] bedient werden. Oberhalb der Feuerung verei[illegible] sich die Heizgase, ziehen gemeinsam über de[illegible] Oberherd nach vorn und dann zum Kamin a[illegible] Bei dem älteren Ofen II fehlt der Heizkanal d[illegible] Rauchgase werden nach dem Verlassen der Feu[illegible] sofort dem Kamin zugeführt. Die Zahlentafeln 9 u[illegible] enthalten die Ergebnisse der beiden gleichzeitig [illegible] geführten Versuchsreihen. Die Probe der verfe[illegible] rheinischen Braunkohlenbriketts hatte 6,7 vH A[illegible] gehalt, 15,5 vH Wassergehalt und einen unteren Hei[illegible]

Zahlentafel 8
Ergebnisse der Versuche an einem Kombinations-Dampfbackofen
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 5,7 vH; Wassergehalt 15,1 vH; unterer Heizwert 4778 k[illegible]

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	[illegible]
Tag	Donnerstag 19. August	Freitag 20. August	Sonnabend 21. August	Montag 23. August	Dienstag 24. August	Mittwoch 25. August	Donnsta[illegible] 26. A[illegible]
Außentemperatur °C	19	19	20	16	19	20	[illegible]
Teigmenge kg	317	528	616	495	318	502	3[illegible]
Davon Brot vH	56,3	71,4	49,0	64,4	57,2	69,6	[illegible]4
„ Kleingebäck „	43,7	28,6	51,0	35,6	42,8	30,4	[illegible]6
Anzahl der Brotschüsse	2	3	4	4	3	4	[illegible]
Brennstoffmenge kg	118	147	168	213	120	139	1[illegible]
desgl. für 100 kg Teig „	37,3	27,8	27,3	43,0	37,7	27,7	[illegible]4
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1780	1330	1310	2050	1800	1320	17[illegible]
Herdrückstände bez. a. d. Brennstoff vH	7,4	7,1	7,8	7,9	7,3	7,2	[illegible]6
Hiervon verbrennlich „				24,7			
Abgas: Mittl. CO_2-Gehalt „	9,1	11,5	10,7	10,3	9,0	10,9	[illegible]2
Abgas: „ O_2- „ „	10,6	7,3	8,3	8,8	10,2	8,5	[illegible]6
Abgas: „ CO- „ „	1,1	2,2	2,0	1,9	1,9	1,4	[illegible]8
Luftüberschußzahl	1,91	1,42	1,53	1,60	1,79	1,59	[illegible]77
Mittl. Abgastemperatur °C	276	281	282	275	260	275	2[illegible]
„ Raumtemperatur „	30	27	30	30	25	32	[illegible]
Zug mm W.-S.	3,1	2,8	4,2	2,9	2,6	2,1	[illegible]1

Wärmebilanz

Tag	Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnersta[illegible]	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	v[illegible]
Verlust durch Herdrückstände	148	3,1	142	3,0	156	3,3	158	3,3	146	3,1	144	3,0	152	[illegible]
„ „ freie Abgaswärme	819	17,1	645	13,5	686	14,3	691	14,4	736	15,4	673	14,1	691	1[illegible]
„ „ gebundene Wärme	315	6,6	448	9,4	460	9,6	455	9,5	509	10,6	329	6,9	212	[illegible]
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3496	73,2	3543	74,1	3476	72,8	3474	72,8	3387	70,9	3632	76,0	3722	7[illegible]

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	463	32,6	1560
Dienstag bis Sonnabend	456	30,4	1450

Abb. 20 bis 22
Doppelauszug-Dampfbackofen
Herd 3,25 × 1,63 m² Zwei Roste zu 0,45 × 0,3 m²

ı 4667 kcal/kg. Die beiden Öfen wurden morgens an-
ıeizt und zunächst alle Herde mit Brötchen beschickt.
› weiteren Heizzeiten richteten sich nach den erfor-
lichen Brotschüssen. Am Sonntag wurden die beiden
ın mit etwa 40 kg Brennstoff für Montag vorgeheizt.
e die Zusammenstellungen zeigen, war 80 bis 95 vH
. Teiges Brotteig. Die Teigmengen, die Ofen I ver-
ıeitete, betrugen 490 bis 680 kg, die dazu erforder-
ıen Brennstoffmengen 148 bis 235 kg. Die Abgase ent-
lten 9,8 bis 12,2 vH CO_2 und 0,2 bis 1,4 vH CO bei
bis 254 °C. Die Rückstände, die 5,2 bis 5,9 vH
Brennstoffgewichtes betrugen, wurden gemeinsam
den Rückständen von Ofen II untersucht und
hielten noch 9,0 vH Unverbranntes. Aus der Wärme-
bilanz ist zu entnehmen, daß 1,0 bis 6,4 vH als gebundene, 10,2 bis 12,9 vH als freie Wärme der Abgase und 0,8 bis 0,9 vH als Unverbranntes in den Rückständen verloren gingen. Der Brennstoffverbrauch für 100 kg Teig wurde zu 30,2 bis 35,9 kg ermittelt und änderte sich an den einzelnen Tagen ohne nachweisbare Gesetzmäßigkeit in diesen Grenzen, so daß der Montagswert von 34,6 kg sich nicht besonders heraushebt. Im Wochenmittel betrug der Wärmeaufwand für 1 kg Teig 1570 bzw. 1560 kcal.

Im Ofen II wurden täglich Teigmengen von 470 bis 602 kg verbacken und Brennstoffmengen von 200 bis 280 kg verheizt. Die Abgasuntersuchung ergab einen mittleren CO_2-Gehalt von 9,0 bis 11,0 vH und 0,3 bis

Zahlentafel 9

Ergebnisse der Versuche an einem Doppelauszug-Dampfbackofen. Ofen I
nnstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 6,7 vH, Wassergehalt 15,5 vH, unterer Heizwert 4667 kcal/kg

such Nr.		1	2	3	4	5	6
		Montag 17. Januar 1927	Dienstag 18. Januar	Mittwoch 19. Januar	Donnerstag 20. Januar	Freitag 21. Januar	Sonnabend 22. Januar
ßentemperatur	°C	9	14	10	11	8	8
gmenge	kg	680	598	568	490	559	672
von Brot	vH	87,0	84,3	84,4	81,6	82,8	86,8
„ Kleingebäck	„	13,0	15,7	15,6	18,4	17,2	13,2
zahl der Brotschüsse		6	5	5	4	6	6
nnstoffmenge	kg	235	190	198	148	200	228
desgl. für 100 kg Teig	„	34,6	31,7	34,9	30,2	35,9	33,9
rmeverbrauch für 1 kg Teig	kcal	1615	1480	1630	1410	1675	1580
drückstände, bez. a. d. Brennstoff	vH	5,2	5,9	5,2	5,2	5,6	5,3
rvon verbrennlich	„			9,0			
gas: Mittl. CO_2-Gehalt	„	10,8	11,8	9,8	10,4	10,8	12,2
gas: „ O_2-Gehalt	„	8,3	7,6	9,6	9,5	9,0	7,25
gas: „ CO-Gehalt	„	1,4	0,8	1,1	0,2	0,4	0,7
tüberschußzahl	„	1,56	1,51	1,75	1,76	1,71	1,48
tl. Abgastemperatur	°C	239	251	245	253	244	254
tl. Raumtemperatur	„	35	36	37	34	35	36
g	mm W.-S.	0,9	0,6	0,7	1,1	1,3	1,0

Wärmebilanz

	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
rlust durch Herdrückstände	37	0,8	42	0,9	37	0,8	37	0,8	40	0,9	38	0,8
„ „ freie Abgaswärme	521	11,2	533	11,4	587	12,6	602	12,9	546	11,7	476	10,2
„ „ gebundene Wärme	301	6,4	166	3,6	264	5,7	47	1,0	88	1,9	125	2,7
stige Verluste und Nutzwärme	3808	81,6	3926	84,1	3779	80,9	3981	85,3	3993	85,5	4028	86,3

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	595	33,6	1570
Dienstag bis Sonnabend	578	33,4	1560

1,5 vH CO-Gehalt. Bei 349 bis 371 °C Abgastemperatur wurden die Verluste durch freie Wärme der Abgase zu 19,5 bis 22,3 vH ermittelt. In den Herdrückständen gingen 0,8 bis 0,9 vH, in den Heizgasen 1,6 bis 8,2 vH der Brennstoffwärme als Unverbranntes verloren. Der Brennstoffverbrauch für 100 kg Teig ergab sich am Montag zu 47,9 kg, für die übrigen Wochentage zu 41,4 bis 42,8 kg. Im Mittel wurden für 1 kg Teig 1985 bzw. 1920 kcal gebraucht. An den letzten drei Tagen wurde versucht, an beiden Öfen durch sorgfältige Feuerbedienung eine bessere Verbrennung zu erzielen. Die Wirkungsgrade der Feuerung waren an diesen Tagen merklich besser geworden, doch ließ sich eine Verminderung des Brennstoffverbrauches nicht feststellen. Vergleicht man die Versuchsergebnisse der beiden Öfen miteinander, so fällt bei Ofen II die hohe Rauchgastemperatur und der dadurch verursachte größere Abgasverlust auf. Dieser Verlust ist bedingt durch das Fehlen der Züge über dem Oberherd, die eine weitere Ausnutzung der Rauchgase gestatten würden. Außerdem ist die dem Feuer ausgesetzte Heizfläche der Heizröhren bei Ofen II zu klein, so daß ein stärkeres und längeres Heizen notwendig wird. Der Brennstoffverbrauch dieses Ofens ist daher bedeutend größer als der des ersten Ofens. Einer Wärmeverbrauchszahl von 1570 kcal für 1 kg Teig bei Ofen I entspricht eine Zahl von 1985 kcal bei Ofen II, also ein um 26,4 vH größerer Wert.

Selbsttätiger Brötchen-Backofen

In neuester Zeit ist man in einigen großen Bäckereien zu ununterbrochen arbeitenden Backöfen übergegangen, in denen das Backgut auf einer endlosen Kette durch die mit Dampfröhren geheizten Herde befördert wird. Hierbei ist die Geschwindigkeit der Kette so eingestellt, daß das Backgut bei dem gegebenen Wege gerade ausgebacken den Ofen verläßt. Die Bauart eines derartigen in Frankfurt a. M. aufgestellten Backofens für Brötchen ist aus Abb. 23 und 24 zu entnehmen. Die Kette, an der die Auflageschalen für die Brötchen befestigt sin[illegible] durchläuft zwei übereinander angeordnete Herde, die ob[illegible] und unten mit den Dampfröhren einer seitlich angeordnet[illegible] Feuerung beheizt werden. Die höchste Leistungsfähigk[illegible] des Ofens beträgt 10 000 Brötchen in 1 h. Da der Hau[illegible] bedarf an Brötchen in den Morgenstunden besteht, die Be[illegible] triebszeit in den Bäckereien aber erst um 5 Uhr morge[illegible] beginnt, so wird der Ofen nur einige Stunden am Tage au[illegible] genutzt. Um den Ofen am Morgen rasch betriebsbereit [illegible] haben, hat man die Hauptheizzeit auf den Nachmittag ve[illegible] legt. Während des Backens selbst werden nur etwa 20 [illegible] des gesamten Brennstoffes verfeuert. Diese Arbeitswei[illegible] bedingt große Mauermassen zum Speichern der Wärme u[illegible] damit auch hohe Verluste durch Abstrahlung des Ofe[illegible]. Die folgenden Ergebnisse sind daher nicht ohne weite[illegible] mit den Verbrauchszahlen der oben besprochenen Br[illegible] backöfen vergleichbar.

Der Ofen wurde mit rheinischen Braunkohlenbrike[illegible] geheizt, und zwar aus zwei verschiedenen Sendungen f[illegible] die ersten und die letzten drei Versuchstage. Bei 13,7 [illegible] Wassergehalt und 5,5 vH Aschengehalt ergab sich für [illegible] erste Kohle ein Heizwert von 4846 kcal/kg. Die zwe[illegible] Probe enthielt 15,9 vH Wasser und 5,7 vH Asche, e[illegible] sprechend einem Heizwert von 4685 kcal/kg. In der V[illegible] suchswoche wurden täglich 813 bis 1130 kg Teig v[illegible] backen und 416 bis 612 kg Briketts verheizt. Die Abga[illegible] enthielten im Mittel 11,2 bis 12,9 vH CO_2 und 1,7 [illegible] 3,9 vH CO. Bei einer Abgastemperatur von 291 bis 386 [illegible] errechnen sich daraus die Verluste durch freie Wär[illegible] der Rauchgase zu 14,9 bis 20,1 vH und die Verluste du[illegible] gebundene Wärme zu 8,2 bis 16,1 vH. Mit den 16,9 [illegible] Unverbranntem in den Herdrückständen gingen 1,0 [illegible] 1,9 vH der zugeführten Brennstoffwärme verloren. [illegible] Mittel wurden in der Versuchswoche auf 100 kg Te[illegible] 50,2 kg Brenstoff verheizt; das entspricht einem Wärm[illegible] aufwand von 2385 kcal für 1 kg Teig. Ohne Berücksi[illegible] tigung des Montags stellen sich diese Werte auf 45,8 [illegible] bzw. 2180 kcal.

Zahlentafel 10

Ergebnisse der Versuche an einem Doppelauszug-Dampfbackofen. Ofen II

Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 6,7 vH, Wassergehalt 15,5 vH, unterer Heizwert 4667 kcal[illegible]

Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6
Tag		Montag 17. Januar 1927	Dienstag 18. Januar	Mittwoch 19. Januar	Donnerstag 20. Januar	Freitag 21. Januar	Sonnaber[illegible] 22. Janua[illegible]
Außentemperatur	°C	9	14	10	11	8	8
Teigmenge	kg	585	550	541	602	470	578
Davon Brot	vH	94,6	89,2	93,9	94,8	93,3	82,9
„ Kleingebäck	„	5,4	10,8	6,1	5,2	6,7	17,1
Anzahl der Brotschüsse		6	5	6	6	6	5
Brennstoffmenge	kg	280	230	219	258	200	239
desgl. für 100 kg Teig	„	47,9	41,8	42,3	42,8	42,7	41,4
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig	kcal	2230	1950	1975	1995	1990	1930
Herdrückstände, bez. a. d. Brennstoff	vH	5,0	6,1	5,1	5,1	5,8	5,8
Hiervon verbrennlich	„			9,0			
Abgas: Mittl. CO_2-Gehalt	„	9,0	9,8	8,8	10,5	10,1	11,0
Abgas: „ O_2-Gehalt	„	10,5	10,0	10,4	8,8	9,7	8,8
Abgas: „ CO_2-Gehalt	„	1,1	0,5	1,5	1,1	0,5	0,3
Luftüberschußzahl	„	1,89	1,86	1.84	1,64	1,81	1,6[illegible]
Mittl. Abgastemperatur	°C	350	349	352	371	370	361
Mittl. Raumtemperatur	„	35	36	37	34	35	36
Zug	mm W.-S.	1,2	1,0	1,0	1,0	1,8	1,5

Wärmebilanz

Tag	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabe[illegible]	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	[illegible]
Verlust durch Herdrückstände	36	0,8	44	0,9	37	0,8	37	0,8	43	0,9	42	[illegible]
„ „ freie Abgaswärme	1042	22,3	987	21,1	973	20,8	909	19,5	1038	22,2	947	[illegible]
„ „ gebundene Wärme	301	6,4	134	2,9	382	8,2	248	5,3	130	2,8	73	[illegible]
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3288	70,5	3502	75,1	3275	70,2	3473	74,4	3456	74,1	3605	[illegible]

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	554	42,6	1985
Dienstag bis Sonnabend	548	41,2	1920

Abb. 23 und 24
Selbsttätiger Brötchen-Backofen

Wie zu erwarten war, ist der Wärmeaufwand für die ebäckeinheit infolge der schwachen Ausnutzung des fens verhältnismäßig hoch. Auffallend ist bei den Ergebssen der hohe Gehalt an Unverbranntem in den Abısen; durch Öffnen der Feuertür konnte er an den tzten Versuchstagen etwas herabgesetzt werden. Unchtheiten am Rauchgasabzug verursachten eine Verminerung des notwendigen Zuges von 5 bis 7 mm, so daß ıch Instandsetzung der Kanäle mit dem höheren Zug ıch eine bessere Verbrennung eintreten wird.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Aus den Versuchsergebnissen lassen sich folgende hlüsse ziehen:

1. Der mittlere Wärmeverbrauch für 1 kg Teig beegte sich bei den neun untersuchten Öfen der verschiensten Bauarten zwischen 1220 und 2000 kcal. Die güngste Verbrauchszahl wurde bei einem Doppeleinschießen, die ungünstigste bei einem in schlechtem Zustand findlichen Kanalofen beobachtet.

2. Mit zunehmender Größe, d. h. Leistungsfähigkeit s Ofens nimmt der Wärmeverbrauch ab.

3. Der Einfluß der Auskühlung des Ofens über Sonng hat sich am stärksten beim Kanalofen und dem vernigten Deutschen Ofen und Kanalofen bemerkbar geacht, also bei den Öfen mit den längsten Heizgaswegen.

4. Mit zunehmender Ausnutzung des Herdes (Backistung) sinkt der Wärmeverbrauch; dieser Einfluß t häufig größer als der der Bauart des Ofens.

5. Die Feuerungsuntersuchung ergab durchweg Luftberschußzahlen, die geringer waren als 2. Wo die Verennung mit höherem Luftüberschuß erfolgte, ließ sie ch durch aufmerksame Schieberbedienung verbessern. ei einigen Öfen neuester Bauart ergaben sich bedeunde Verluste durch Kohlenoxydbildung.

6. Durch häufiges Reinigen der Züge und gute Inandhaltung der Feuerung lassen sich die Feuerungserluste beträchtlich verringern.

7. Besonderer Wert ist auf dichte Feuertüren und auchgasschieber zu legen, da bei den langen Betriebsusen die durchgesaugte Luft den Ofen stark auskühlt.

8. Eine zu kleine Bemessung des feuerberührten eils der Röhren von Dampföfen verursacht nicht nur ne längere Anheizzeit, sondern auch große Abgasverste, da die Heizgase den Ofen mit zu hohen Temraturen verlassen.

Bei der Vorbereitung der Versuche war Wert darauf elegt worden, außer dem Wärmeverbrauch der verschienen Ofenbauarten den Einfluß der Ausnutzung der en (Backleistung), der Betriebspausen, der Instandhaltung und der Bedienung durch zuverlässige Messungen festzustellen. Dagegen war zunächst keine Gelegenheit, den Einfluß des Brennstoffes zu untersuchen, da alle zur Verfügung gestellten Öfen mit Braunkohlenbriketts betrieben wurden. Es kann angenommen werden, daß sich bei richtiger Anpassung der Feuerung an den Brennstoff mit Steinkohle ähnliche Wärmeausnutzungszahlen ergeben.

Die Wärmeausnutzung für den Backvorgang ist bei den verschiedenen Öfen außerordentlich niedrig. Von den Wärmeverlusten von insgesamt rd. 90 vH treffen auf die Herdrückstände und die freie und die gebundene Wärme der abziehenden Heizgase 20 bis 30 vH; der Rest von 60 bis 70 vH geht durch die Wärmeabgabe des Ofens an die Umgebung durch Leitung und Strahlung verloren. Da eine wesentliche Herabsetzung des erstgenannten der beiden Verluste von 20 bis 30 vH nicht zu erreichen sein wird, kann nur in der Verminderung der äußeren Abkühlung das Mittel zu einer erheblichen Steigerung des Wirkungsgrades des Backofens erblickt werden.

Bei allen Bauarten der Backöfen mit Kohlenheizung wird auf die große Wärmespeicherung in den Mauermassen Wert gelegt. Durch sie wird, unabhängig vom Gang des Feuers, eine gleichmäßige Temperatur im Backraum erreicht. Solange man nicht in der Lage ist, durch zuverlässige Regelung der Feuerung die Temperatur im Backraum ohne Mitwirkung der Speichermassen genügend gleichzuhalten, wird man auf dieses Mittel nicht verzichten können. Nachdem es in den letzten Jahren bei verschiedenen feuerungstechnischen Vorgängen gelungen ist, den bisher durch Speicherung erstrebten Ausgleich durch vervollkommnete Feuerregelung zu erreichen, scheint die Anwendung dieses Mittels auch für das Backen nicht aussichtslos, und es wäre zu wünschen, daß in dieser Richtung die Backofentechnik sich betätigt.

Eine andre Möglichkeit zur Verminderung des Wärmeverlustes der Öfen an die Umgebung wäre die Verbesserung des Wärmeschutzes durch Anwendung hochwertiger Isolierstoffe. Wenn auch hierdurch nur ein bescheidener Teil des Gesamtverlustes beseitigt werden kann, so wird sich die Anwendung dieses Mittels, insbesondere für größere Öfen, wirtschaftlich rechtfertigen.

Der Wärmepreis (Kosten der Wärmeeinheit) des von den öffentlichen Gasanstalten gelieferten Gases ist zur Zeit im allgemeinen noch wesentlich höher als der der Kohle. Das Gas kann deshalb nur in einen wirtschaftlichen Wettbewerb mit der Kohle treten, wenn eine entsprechend höhere Ausnutzung seiner Wärme erreicht wird.

Die allgemeine Einführung des Gases für das Kochen ist dadurch erreicht worden, daß die Wärmeausnutzung im Gasherd 60 vH und darüber ist gegenüber 10 bis 20 vH im Kohlenherd.

In dieser Richtung geben unsere Untersuchungen sehr wertvolle Hinweise. Sie zeigen, daß die Ausnutzung jetzt nur 10 vH beträgt und daß der Hauptverlust durch die mit der großen Wärmespeicherung verbundene Wärmeabgabe an die Umgebung verursacht wird.

Hieraus ergibt sich, daß in einem Gasofen, der den bisherigen Kohlenöfen in allen Einzelheiten gleich ist und lediglich an Stelle der Kohlen- eine Gasfeuerung setzt, keine wesentlich bessere Wärmeausnutzung erreicht werden kann; denn der Hauptverlust durch Wärmeabgabe an die Umgebung bleibt bestehen, und der sogenannte Feuerungsverlust durch Herdrückstände und Abgase wird nur um einige Hundertteile vermindert. Dagegen wird ein Gasbackofen, der die mit Gasheizung mögliche Regelung des Feuers ausnutzt und infolgedessen auf die Speicherung ganz oder zum großen Teil verzichtet, der außerdem durch Anordnung guten Wärmeschutzes die Wärmeabgabe von den Oberflächen herabsetzt, aller Voraussicht nach einen bedeutend besseren Wirkungsgrad als der heutige Kohlenbackofen haben. Und damit eröffnet sich die Möglichkeit, einen Gasbackofen zu schaffen, der sich in der Brennstoffausnutzung in die Reihe andrer hochwertiger Gasfeuerungen stellt. [B 411]

Neuzeitliche Entwicklung des Elektroofens im Eisenhüttenbetrieb

unter besonderer Berücksichtigung des Lichtbogen-Hochleistungsofens

Von Oberingenieur *R. Groß*, Berlin

Wirtschaftliche und betriebstechnische Richtlinien für neuzeitliche Elektroöfen — Aufteilung der Energieaufnahme des Ofens in das Schmelzen und das Raffinieren — Abdichtung und Regelung der Elektroden im Lichtbogenofen — Verlauf der Leistungsaufnahme

Die Umstellung der Schwerindustrie als zwangläufige Folge des Versailler Diktats ist auch auf die Entwicklung des Elektroofenbaues nicht ohne merkbaren Einfluß geblieben. War der Elektroofen in seiner während der Kriegszeit[1]) stärksten Inanspruchnahme, insonderheit auf Herstellung von hochwertigem Stahl zur Anfertigung von Angriffs- und Verteidigungswaffen in Massen eingestellt, so dient er heute vorzugsweise dem Erschmelzen von hochwertigen Werkstoffen für den Werkzeug- und Maschinenbau.

Sein Anwendungsbereich hat sich jedoch in der Nachkriegszeit dauernd erweitert. Neben den Edelstahlwerken beginnen sich seiner gegenüber den rein thermischen Schmelzverfahren nennenswerten heiztechnischen Vorzüge seit einigen Jahren die Eisengießereien zur Erzeugung von Grauguß hoher Festigkeit[2]) zu bedienen. In noch größerem Umfange hat er Eingang in die Schmelztechnik der Metallhütten[3]) gefunden, die sich heute fast durchweg von ihrem alten Koks-, Gas- und Ölfeuerbetrieb auf den Elektroofen umstellen, wenn auch die Metallhüttenwerke weniger den Lichtbogenofen als den Induktionsofen und den unmittelbaren Widerstandsofen für ihre Schmelzzwecke bevorzugen.

Man ist aber nicht bei der Verwendung des Elektroofens für den reinen Schmelz- und Veredelungsvorgang stehen geblieben, sondern hat auch die elektrische Heizung auf das Vergüten, Härten, Glühen[4]), Schweißen[5]) usw. angewendet, so daß, wenn man den Begriff Elektroofen auf die gesamten Arbeitsvorgänge überträgt, die Eisen- und Metallhüttenindustrie sich seiner in allen Abschnitten der Herstellung und Veredelung von Roh- und Fertigerzeugnissen bedient.

Nicht allein die Frage der hochwertigen Arbeit, sondern in erster Linie wirtschaftliche Gesichtspunkte waren es, die wohl mehr als in allen anderen Ländern gerade in Deutschland dem Elektroofenbau ein bestimmtes bautechnisches Gepräge gaben. Da wir nicht über größere Wasserkräfte oder Erdölschätze verfügen, mit Hilfe deren man einen billigen Strom erzeugen kann, sind wir darauf angewiesen, den Stromverbrauch im Elektroofen auf ein wirtschaftlich erträgliches Maß herabzudrücken und dieses Ziel durch Schaffung besonderer Ofenbauarten zu erreichen. Die Lösung dieser Aufgabe wurde in der Auswertung der Überlegung gefunden, daß es zweckmäßig ist, den elektrothermischen Vorgang im Ofen aufzuteilen, und zwar in Schmelz- und Raffinations- oder Feinungsphasen. Während der Schmelzphase, in der die Möglichkeit gegeben ist, die an elektrischem Strom aufgespeicherte Energie in höchstem Ausmaß in Form von Wärme im Schmelzgut umzusetzen, muß also sinngemäß angestrebt werden, mit höherer Energiedichte zu arbeiten, wogegen der Zeitabschnitt des Feinens und Raffinierens sowie des Legierens mit Rücksicht auf die Trägheit des Verlaufes der jeweils sich abspielenden chemisch-metallurgischen Vorgänge keine Abkürzung durch Zuführung größerer Wärmemengen verträgt.

Für den Ofenbauer war die Durchführung dieser Arbeitsweise sehr einfach, da ihm die Elektrotechnik die hierzu notwendigen Hilfsmittel durch die in der Drehstromtechnik viel angewendete Umschaltmöglichkeit der Ofentransformatoren von Dreieck auf Stern bot. Während der Phase des Schmelzens wird der Ofentransformator in Dreieckschaltung, d. h. mit hoher Spannung, gefahren, für die Dauer der Raffinierungs- und Legierungsarbeit dagegen auf Sternschaltung umgekoppelt, wodurch die von ihm a- gegebene Energie durch Erniedrigung der Spannung u das $\sqrt{3}$-fache herabgesetzt wird. Das Arbeiten mit hoh Energiedichte während des Schmelzabschnittes hat ab eine hohe Beanspruchung der Füllung des Ofe zur Folge, der durch geeignete Schutzmaßnahmen b- gegnet werden muß. Man dichtete daher den Ofen vo- ständig ab und schützte das durch Überhitzung besond stark gefährdete Ofengewölbe durch die sich unter ih stauenden Gase. Die Ausführung entsprechender of- technischer Bauarten war bereits in früheren Jahren a- geregt und für kleinere Öfen ausgeführt worden; jedo wurden sie von den Fiatwerken, Turin[6]), auf größere Ofe- maße übertragen, und ebenso hat die Firma Siemens & Halske A.-G., Berlin, sie in besonderen Fällen, um d wirtschaftlichen Vorteil der Abdichtung der Öfen aus- nutzen, für den Großofenbau angewendet und weiter v- vollkommnet.

Der wirtschaftliche Vorteil der gewählten Ofenko- struktion besteht in einer Energieersparnis von rd. 20 b 30 vH gegenüber den nicht abgedichteten Öfen und in d Verminderung des Elektrodenabbrandes um rd. ebenfa 20 vH. Hierdurch tritt besonders der Vorteil der verwe- deten Graphitelektroden in erhöhtem Maß in Ersch- nung, die man leicht bearbeiten und auf ein gewiss Maß abdrehen, also durch Verwendung der im Maschin- bau üblichen Mittel (Stopfbüchsen) gasdicht geg den Ofen abschließen kann. Infolge ihrer wesentlich b- seren Leitfähigkeit (1 : 5) gegenüber amorphen Kohl- elektroden hat man auch die Durchgangstellen i Ofengewölbe im Querschnitt verringert. Dieser Vorteil i um so wertvoller, als die Lebensdauer des Gewölbes d wirtschaftlich empfindlichste Punkt des ganzen Ofenbetr- bes ist, so daß jeder, wenn auch noch so geringen V- besserung nach dieser Richtung hin erhöhte Bedeutu beizumessen ist.

Kühlwasser
Kühlwasser
RZ 215 Z 1

Abb. 1
Bewegliche Elektrodenabdichtung an Siemens-Elektroöfen

[1]) Z. Bd. 63 (1919) S. 442.
[2]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1123, Bd. 69 (1925) S. 818, Bd. 70 (1926) S. 365.
[3]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1470 und Bd. 70 (1926) S. 349.
[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 671.
[5]) Z. Bd. 68 (1924) S. 129, 740, 1125, 1276 und Bd. 69 (1925) S. 1409.
[6]) Z. Bd. 66 (1922) S. 629 u. .

Die Abdichtung der Elektroden an den Siemens-Elektro-, Abb. 1, besteht aus einem wassergekühlten Kupferıder, der die Elektroden in einer Länge von 300 bis nm dicht umschließt und an seinem oberen Ende durch fbüchsen gasdicht abgeschlossen ist. Der untere Teil wassergekühlten Zylinders ist in der sandgefüllten ;e eines wassergekühlten, im Ofengewölbe ruhenden es derart gelagert, daß der Zylinder der durch Temturbeanspruchung hervorgerufenen Verformung des ölbes folgen kann. Hierdurch vermeidet man ein Abren der Elektroden, sie werden stets parallel der senkten Achse des Gewölbedurchganges gehalten.

Der für die Bergische Stahlindustrie, Remscheid, von Firma Siemens & Halske, A.-G., gebaute Elektroofen, 2, mit einem Fassungsvermögen von 8 t hat abgeetete Elektroden. Er wird basisch oder sauer zullt; in ihm erzeugt man hochwertigen Konstruksstahl (für Kraftwagen) und Werkzeugstahl. Der ist für eine Transformatorenleistung von 3000 oder kVA eingerichtet, je nachdem, ob mit hoher Energiee während der Schmelzzeit oder mit niedrigerer wähdes Zeitabschnittes der Feinung und der Legierung hren wird. Die entsprechenden Ofenspannungen ıgen 175 und 101 V. Bei festem Einsatz verarbeitet Ofen vier Chargen in 24 h bei einem Kraftverbrauch 580 bis 630 kWh für 1 t fertig ausgebrachten Stahles, ach der Dauer des Legierens. Bei Einsatz von flüsn, im Martinofen und in der Birne vorbehandeltem l leistet der Ofen 8 bis 10 Chargen bei einem Durchittsverbrauch von 180 bis 220 kWh, bezogen auf fertiges Erzeugnis, je nach Dauer des Legie-. Die besondere Eigenart dieser Ofenbauart be- in dem über dem Ofen liegenden, leicht abnehmn, brückenartigen Aufbau, in dem die Elektrodenichtungen eingebaut und auf dem die durch Elektror betätigten Antriebvorrichtungen der Elektroden andnet sind. Die Elektrodenfassungen werden durch ldrahtseilzüge getragen, wobei ihre Bewegungsrichtung h Führungsäulen zwangsläufig festgelegt wird. Die ıtseile laufen über Windentrommeln und erhalten h stark federnde Widerlager die notwendige Nachigkeit, so daß die Elektroden stoßfrei arbeiten können, Vorteil, der eine einwandfreie Elektrodenregelung, beers bei festem Einsatz verbürgt.

Wesentlich für einen wirtschaftlichen Ofenbetrieb ist de das gleichmäßige Arbeiten der Elektrodenregelung; der wichtigsten Forderungen ist aber auch das möglichst stoßfreie Arbeiten des Ofens im Hinblick auf die gleichmäßige Beanspruchung des Kraftnetzes.

Abb. 2
Elektroofen von Siemens & Halske, A.-G., für die Bergische Stahlindustrie in Remscheid

Die beim Lichtbogenofenbetrieb unvermeidlichen Stromstöße können bei schlechter Regelung das 2,7- bis 3-fache der Nennleistung erreichen. Wenn auch diese nur ganz kurzzeitig auftretenden Schwankungen weder das Netz noch den Ofentransformator gefährden, so ist es doch, um störende Spannungsschwankungen im Netz zu vermeiden, notwendig, die Stromstöße auf ein erträgliches Maß herabzudrücken.

Die Elektrotechnik stellt auch hier die geeigneten Hilfsmittel durch Einbau von Drosselspulen in die Zuleitungen zum Ofen in den Dienst des Ofenbetriebes. Unter sinngemäßer Zusammenarbeit einer guten Elektrodenregelung und der Drosselspule ist es möglich, das Höchstmaß der Stromschwankungen auf das 1,6fache der normalen Stromhöhe zu beschränken, und bei festem Einsatz eine Empfindlichkeit der Regelung auf ± 25 vH, dagegen bei flüssigem Einsatz auf ± 10 vH zu erreichen.

Abb. 3
Schaltplan der Elektrodenreglung für Lichtbogenöfen

a Stromwandler
b Stromspule
c Spannungspule
d Senksolenoid
e Hubsolenoid
Feder
g Kontakt und Steuerwalze
h Einstellregler
i Elektroden-Hubmotor
k Kontakt am Trenn-Umschalter
l Vorschaltwiderstand

Abb. 3 zeigt die Bauart einer neuzeitlichen Elektrodenregelung, die die Siemens-Schuckertwerke und die Siemens & Halske, A.-G., für den Lichtbogenofen benutzen. Hierbei werden Strom und Spannung geregelt. Die Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem vereinigten Strom-Spannungsrelais für jede Phase, das (mit der Stromspule über einen Stromwandler) in den Ofenstromkreis geschaltet wird. Durch parallel geschaltete Widerstände ist der Erregerstrom sowohl für das Strom- als auch für die Spannungsrelais auf bestimmte Grenzwerte einstellbar. Senkt sich die erste Elektrode auf die Badoberfläche, so wird sie spannungslos und der Elektromotor, der die Bewegung vermittelt hat, wird außer Betrieb gesetzt. Fährt man nun mit der zweiten Elektrode herab bis zu dem Augenblick, wo diese zündet, so beginnt das Spiel der Relais. Die Stromspule ist übererregt, die oberhalb der Relais schwingende Brücke wird von ihr angezogen und schließt die Kontakte eines Hilfstromkreises, der die Schützen für den Regler-Gleichstrommotor bedient und dem Motor eine Bewegung im Sinne des Hebens der Elektrode gibt, bis sich die Elektrode auf die normalen Werte von Strom und Spannung einstellt. Dieser Vorgang wird dadurch unterstützt, daß, sobald der Motor in Bewegung gesetzt ist, einige Spulen des Stromrelais selbsttätig abgeschaltet werden, wodurch der Stromkreis wieder geöffnet wird und die Elektrode zum Stillstand kommt. Dann wird die dritte Elektrode heruntergelassen und das Spiel beginnt in der angedeuteten Weise von neuem. Sofern sich die Spule zu weit vom Bad entfernt, wird die Spannungspule erregt, die Brücke wird nach der Span-

Abb. 4
Verlauf einer Schmelze in einem 15 t-Lichtbogenofen bei flüssigem Einsatz aus dem Martinofen, Qualität Kugelstahl

a 4 h 48 min Beginn der Schmelze, erste Probenahme *b* Aufgeben der Schwefelschlacke *c* Zweite Probenahme, Schlacke weiß *d* Aufgeben von Kohle und Siliziumstaub *e* Zugeben von Ferrochrom *f* Dritte Probenahme *g* Abschlacken *h* Aufgeben von Kohle und Siliziumstaub *i* 7 h 30 min Auskippen des Ofens

nungspule hinübergezogen und durch Schließen der Schützen dem Motor eine Bewegung im Sinne des Senkens der Elektroden gegeben.

Abb. 4 zeigt den Verlauf der Leistung eines selbsttätig geregelten Ofens.

Die vorstehenden Ausführungen kennzeichnen kurz die Wege, die der neuzeitliche Lichtbogenofenbau heute gehen muß, und wenn auch zur Zeit die Nachfragen nach Elektroöfen für den Stahl- und Eisenhüttenbetrieb etwas spärlicher geworden sind, so dürfte diese Zurückhaltung der Schwerindustrie lediglich darauf zurückzuführen sein, daß die Kraftwerke zum Teil sich noch immer der wichtigsten und von nationaler Bedeutung getragenen Forderung[l] Belieferung der Hüttenwerke mit billigem Strom gegen[ü] ablehnend verhalten.

Soll die Ausfuhr in Deutschland wieder dauernd[a] die Höhe der Vorkriegzeit gebracht werden, so ist[la] erste Erfordernis, daß der Eisenindustrie die Mitte[l] die Hand gegeben werden, hochwertige Ware billig h[er]zustellen. In dem neuzeitlichen Lichtbogenofen ist das n[ö]tige Mittel dazu gegeben, so daß das oben angedeutete [Z]iel zweifelsohne erreicht werden kann, wenn billige elektr[isch]e Kraft zum Betrieb der Elektroöfen zur Verfügung [ge]stellt wird. [B 21

Zucker aus Trockenschnitzeln[1])

Das bisher übliche Verfahren zur Gewinnung von Zucker aus Zuckerrüben setzt voraus, daß die Rüben sofort nach der Ernte verarbeitet werden. Dadurch wird der Betrieb der Zuckerfabrik auf eine Zeit von 6 bis 8 Wochen, die sogenannte Kampagne, beschränkt. Ein Verfahren, das ermöglichen würde, die V e r a r b e i t u n g d e r R ü b e n e r n t e ü b e r d a s g a n z e J a h r z u v e r t e i l e n, würde eine weit bessere Ausnutzung der maschinellen Einrichtungen zur Folge haben und daneben auch in sozialer Hinsicht große Vorteile für die in der Zuckerfabrikation Beschäftigten bieten. Ein solches Verfahren ist von dem Italiener Dr. de Vecchis vorgeschlagen und vom landwirtschaftlichen Institut der Universität Oxford mit Unterstützung der englischen Regierung erprobt worden.

Die Rüben werden zunächst in der üblichen Weise gewaschen und zu Schnitzeln zerkleinert. Während diese Schnitzel aber bei dem üblichen Diffusionsverfahren unmittelbar zu den Diffuseuren geleitet werden, in denen der Zucker durch Osmose ausgeschieden wird, trocknet man sie beim Verfahren nach de Vecchis zunächst. Von der richtigen Trocknung hängt der ganze folgende Verlauf ab, und zwar ist festgestellt worden, daß mindestens 75 vH der Gesamtfeuchtigkeit aus den Rüben entfernt werden müssen, oder was dasselbe ist, daß die getrockneten Schnitzel nicht mehr als 5 vH Wasser enthalten dürfen. Für das Trocknen benutzte de Vecchis ein poröses Förderband in sechs Lagen übereinander und ließ durch die drei oberen heiße Luft in der Richtung von oben nach unten und durch die drei unteren Lagen von unten nach oben hindurchströmen. Die Schnitzel werden zuerst auf das eine Ende des obersten Bandes geschüttet, werden über dessen ganze Länge hinweggezogen, was 20 min erfordert, und fallen dann auf das Ende des zweiten Bandes und so fort. Die fünf unteren Bänder wandern aber mit nur der halben Geschwindigkeit, so daß der ganze Trockenvorgang 3 h 40 min in Anspruch nimmt. Grundsätzlich dasselbe Trockenverfahren wurde auch in der Oxforder Versuchsanlage benutzt, nur wu[r]de dort festgestellt, daß es vorteilhaft ist, das Trockne[n] z[u] beschleunigen, um die Bildung von Invertzucker zu [v]ermeiden.

Die getrockneten Schnitzel kommen dann in eine [Re]ihe von Auslaugebottichen, durch die warmes W[asser] strömt. Hier bildet sich ein dicker Sirup, der 50 vH Z[uc]ker enthält. Dieser Saft wird erst mit Kalk, dann [mit] Kalziumsuperphosphat geläutert und endlich durch F[ilter]pressen gedrückt. Von jetzt ab ist das weitere Verf[ahren] dem üblichen Diffusionsverfahren entsprechend: Der [Di]cksaft wird in Vakuumkesseln gekocht, bis der Zuck[er] z[u] kristallisieren beginnt, dann wird die gekochte Masse w[ie]der abgekühlt und aufgerührt, und schließlich werden d[ie] Zuckerkristalle von der Melasse durch Schleudern getr[e]nnt.

Gegenwärtig werden von dem oben erwähnten In[st]itut noch die hygroskopischen Eigenschaften und die Ha[lt]barkeit der getrockneten Schnitzel untersucht. Schon jetzt [st]eht fest, daß sie im Verlauf eines Jahres wenig Feucht[igkeit] aufnehmen. Sie können also lange aufbewahrt werden, [oh]ne daß eine merkbare Beeinträchtigung ihrer Eignung fü[r] di[e] Weiterverarbeitung eintritt.

Das neue Verfahren bietet in erster Linie den Vo[rt]eil, daß für eine gegebene Rübenmenge eine bedeutend kle[ine]re Fabrikanlage nötig ist, da die Fabrikation auf das [ga]nze Jahr verteilt werden kann. Es ist aber ferner zu bea[cht]en, daß e i n e Stufe der Fabrikation in Fortfall kommt. De[r] Dicksaft nämlich, der von den Auslaugungskesseln k[o]mmt, ist bereits annähernd ebenso konzentriert, wie der Saf[t], de[r] im Diffusionsverfahren von den Verdampfern entno[mm]en wird. Das Verfahren der Mehrfachverdampfung wird [a]ls entbehrlich. Freilich entsteht durch die Trocknung ei[n] Mehrverbrauch an Brennstoff gegenüber dem Diffusion[sver]fahren, aber diese Kosten sollen durch die übrigen Vo[rt]eil[e] ausgeglichen werden. Wenn Versuche in großem [M]aß[]stabe das bestätigen, was die kleine Versuchsanlage [ver]spricht, so kann eine Umwälzung in der Zuckerindustri[e ein]treten. [N 4]

Berlin-Schöneberg Dipl.-Ing. N i e d l i h

[1]) Nach „The Engineer" Bd. 143 (1927) S. 431.

RUNDSCHAU

Elektrotechnik

[Ei]n neues Höchstspannungs-Versuchsfeld für elektrotechnisches Porzellan

Die ständig wachsenden Anforderungen der Übertra[gu]ng elektrischer Energie zwingen auch die Industrie für [ele]ktrotechnisches Porzellan, die die Isolatoren für Frei[lei]tungen, Transformatoren- und Schaltanlagen zu entwerfen [un]d herzustellen hat, zu einer umfassenden Versuchs- und [Fo]rschungstätigkeit. Viele der hier in Frage kommenden [Ho]chspannungsuntersuchungen können ja theoretisch-rech[ne]risch erst nach Einführung von Vereinfachungen behan[de]lt werden, die von der Wirklichkeit erheblich abweichen, [so] daß nur planmäßige Versuche Klarheit schaffen können. [A]us diesem Grunde haben sich die führenden Isolatoren[fab]riken schon frühzeitig elektrische Versuchsfelder an[gegli]edern müssen, deren Aufgabenkreis — vornehmlich im [La]ufe des letzten Jahrzehnts — immer größer und viel[sei]tiger geworden ist. So sind z. B. außer den Unter[su]chungen mit technischem Wechselstrom, auf die man sich [no]ch bis vor kurzem beschränkte, in neuerer Zeit vor allem [ein]gehende Untersuchungen mit elektrischem Spannungsstoß

Abb. 1
Blick gegen den hängenden Tesla-Transformator für 1,4 Mill. V und Verbindungstür zum 500 000 V-Versuchfeld

Abb. 1 und 2
Neues Höchstspannungs-Versuchfeld der Porzellanfabrik Hermsdorf i. Thür.

[un]d Hochfrequenz erforderlich geworden. Maßgebend hier[fü]r war die Erkenntnis, daß Überschläge an Isolatoren im [pr]aktischen Betrieb hauptsächlich auf derartige schnell ver[än]derliche Beanspruchungen zurückzuführen sind.

In diesem Zusammenhang ist ein neues, Anfang 1927 [in] Betrieb genommenes Höchstspannungs-Versuchsfeld be[so]nders bemerkenswert, das die Hermsdorf-Schomburg-Iso[lat]oren G. m. b. H. in ihrem Werke Hermsdorf (Thür.) er[ric]htet hat. In seinem gegenwärtigen Ausbau ermöglicht [di]eses Versuchsfeld die Durchführung von Versuchen mit [Ho]chfrequenz bis 1 400 000 V, mit Spannungstoß bis [...]0 000 V und mit technischem Wechselstrom bis 500 000 V [ge]gen Erde. Nach Aufstellung eines zweiten Transforma[to]rs, die aus wirtschaftlichen Gründen noch nicht erfolgen [ko]nnte, sollen Versuche mit technischem Wechselstrom von [...]00 000 V und großen Leistungen vorgenommen werden, [wo]für von vornherein alle Einrichtungen vorgesehen wor[de]n sind.

Abb. 1 und 2 lassen die gewaltigen Abmessungen des [vo]n einer freitragenden Decke überspannten Versuchsraumes [er]kennen, der 12,5 m hoch, 18 m breit und 23 m lang ist. [Ei]ne Beeinflussung der Versuche durch Schirmwirkungen

Abb. 2
Blick gegen die Kugelfunkenstrecke und die Beobachtungsbühne mit Schaltpult

der Wände, des Fußbodens und der Decke ist somit nicht zu befürchten, und anderseits können auch die größten Isolatorenketten in einer dem betriebsmäßigen Einbau entsprechenden Anordnung aufgehängt werden. Der Versuchsraum ist im übrigen fensterlos und wird nur durch künstliches Licht erhellt, da die meisten Versuche Beobachtungen der Glimm- und Strahlungserscheinungen im Dunkeln oder bei Dämmerlicht erfordern.

Zur Erzeugung der Hochfrequenzspannungen dient ein Tesla-Transformator, der an der einen Längsseite des Versuchsraumes so aufgehängt ist, Abb. 1, daß zur Erzielung verschiedener Kopplungsgrade Ober- und Unterspannungsspule gegeneinander verstellt werden können. Die Unterspannungsspule ist auswechselbar und mit zahlreichen An-

Abb. 3
Wechselstrom-Transformator für 500 000 V gegen Erde und 800 kVA Leistung

Abb. 4
Schaltplan der beiden 500 000 V-Transformatoren

a_1 a_2 Erregermaschinen
b Versuchraum
c Neues Versuchfeld
d Freiluft-Versuchfeld
e Oelprüfraum
f Transf. f. 500 kV zwischen den Polen
g „ „ „ „ gegen Erde
h „ „ „ „ , geplant
i 1250-2500-5000 V-Einph.-Masch. 50 Per./s
k 2500 V-Einph.-Masch. 50 Per./s.

zapfungen versehen, so daß je nach der Versuchsanordnung und dem Versuchstück auf Resonanz eingestellt werden kann.

Der Wechselstrom-Transformator für 500 000 V gegen Erde und 800 kVA Leistung, Abb. 3, der in dem an den Versuchsraum unmittelbar angrenzenden Transformatorenraum aufgestellt ist, hat das für einen Prüftransformator stattliche Gewicht von rd. 50 t und bedeckt bei 6,5 m Höhe (bis zur Durchführung) eine Grundfläche von 3 × 4 m². Seine aus zwei Hälften bestehende Unterspannungswicklung kann in Reihen- oder Nebenschlußschaltung mit 5000 oder 2500 V gespeist werden, wodurch der Anschluß an verschiedene Stromerzeuger ermöglicht wird. Zum Speisen des Transformators ist ein Schwungrad-Stromerzeuger vorgesehen, bestehend aus einem Drehstrom-Induktionsmotor für 315 kW Dauerleistung, einem Synchron-Einphasenstromerzeuger für 5000 V und 800 kVA, einer Erregermaschine und einer Hilfssynchronmaschine. Der Stromerzeuger hat unterteilte Wicklungen und ist auf 1250, 2500 und 5000 V umschaltbar, so daß der Transformator mit 125 000, 250 000 und 500 000 V

Abb. 5
54 m lange Doppelleitung für Wanderwellen-Versuche (Durchblick vom 500 kV-Versuchfeld zum neuen Höchstspannungs-Versuchfeld)

a Zündfunkenstrecke b und c Energiequellen zur Auslösung des Wanderwellen-Vorganges, bestehend aus je 5 Kondensatoren von je 900 cm (Gesamtkapazität jeder Seite 4500 cm) für rd. 150 kV

Abb. 6
Neues Freiluft-Versuchfeld für Dauerversuche unter gleichzeitiger elektrischer und mechanischer Belastung, Überschlagversuche usw.

bei gleicher anteiliger Meßgenauigkeit betrieben wer kann. Bis zu der in der allernächsten Zeit stattfinden Aufstellung dieses Satzes wird der Transformator von d 300 kVA-Schwungrad-Stromerzeugersatz des bereits seit 1 bestehenden 500 000 V-Versuchsfeldes gespeist, wie dies Schaltplan, Abb. 4, der beiden zur Zeit vorhanden 500 000 V-Transformatoren zeigt.

Der neue Versuchsraum grenzt mit einer Schmals an das vorerwähnte 500 000 V-Versuchsfeld, mit dem er a durch eine große, mittels Rollwand verschließbaren Tür mittelbar verbunden ist. Infolgedessen können Wandwellenversuche, die zur Klärung der an Freileitungen a tretenden Störungen besonders wichtig sind, an einer alle in Frage kommenden Verhältnisse ausreichenden 5 langen Doppelleitung vorgenommen werden, Abb. 5, unter Inanspruchnahme beider Versuchsräume schnell a gebaut werden kann. Die zur Erzeugung der Wandwellen erforderliche Gleichspannung wird einer gro Kondensatorbatterie für hohe Spannung entnommen. Kondensatoren werden von dem Transformator des a 500 000 V-Versuchsfeldes über einen mechanischen Glei richter aufgeladen. Durch Reflexion der Wanderwellen offenen Ende der Leitung können hierbei Stoßspannung bis zu 700 000 V erzeugt werden.

Zur Beobachtung der Versuche dienen zwei Be achtungsbühnen, Abb. 1 und 2, von denen die unt 0,75 m, die obere 6 m über dem Fußboden liegt. Auf unteren Bühne ist das Schaltpult aufgestellt, in dem au den Regel- und Meßeinrichtungen für die Transformato und die Funkenstrecke die Schalter für den Laufkran, Schalter für die Beleuchtung und die Klemmen zur E nahme der verschiedenen Spannungsarten eingebaut sind

Vom Schaltpult aus wird auch die Meßfunkenstre gesteuert, die an der gegen den Transformatorenraum gr zenden Wand des neuen Versuchsraumes angeordnet Abb. 2. Die obere Kugel der Funkenstrecke wird du einen kleinen Motor mit Schneckenvorgelege in Leona schaltung verstellt, wodurch eine äußerst genaue Einst lung und ein sofortiges Halten im Augenblick des Funk überschlages ermöglicht werden. Bei gröberen Messung wird der Kugelabstand durch die in Abb. 2 sichtbare U angezeigt, die eine Ablesung mit 0,5 cm Genauigkeit stattet. Bei feineren Messungen kann mittels einer Schaltpult eingebauten elektrischen Anzeigevorrichtung Kugelabstand auf 1 mm genau abgelesen werden.

Um die Versuche in Übereinstimmung mit den nat lichen Witterungsverhältnissen vornehmen zu können, man das Versuchsfeld mit den bekannten Einrichtung zur Erzeugung von künstlichem Regen, Nebel und Wi ausgestattet.

Besonders zu erwähnen ist schließlich noch das Zusammenhang mit dem neuen Höchstspannungs-Versuc feld errichtete Freiluft-Versuchsfeld, Abb. 6, das sich üb eine Fläche von 35 × 50 m² erstreckt. Die Versuchstüc können hier an vier je 10,5 m hohen Masten, von den je zwei durch starke T-Träger verbunden sind, unter lastungen bis zu 6 t einer gleichzeitigen elektrischen u mechanischen Dauerprüfung unterzogen werden. Wei können hier Versuche über Spannungsverteilung, Üb schlagversuche und dergleichen unter natürlichen Witterungsverhältnissen ausgeführt werden.

[M 400] Wallich

Abb. 7

1 D 1 + 1 D 1 - Fairlie - Heißdampflokomotive für Südafrika

ɔurweite	1067	mm
yl.-Dmr. (d)	4×457	„
olbenhub (h)	610	„
mr. der Treibräder (D)	1156	„
„ „ Laufräder	724	„
ester Radstand	2×3887	„
esamtradstand	21 285	„
ahl der Heizröhren	169	
mr. „ „	45	„
ahl der Rauchröhren	34	
mr. „ „	130	„
rößte l. W. des Kessels	1841	„

Länge der Heizröhren zwischen den Rohrw.	4572	mm
Höhe der Kesselmitte über S.-O.	2412	„
Heizfläche der Heiz- und Rauchrohre, feuerberührt	176	m²
Heizfläche der Feuerbüchse, feuerberührt	16	„
Heizfläche des Kessels, feuerber.	192	„
„ „ „ wasserber.	209,5	„
Ueberhitzerheizfläche	67,5	„
Gesamtheizfläche einschl. Ueberhitzer	277	„

Rostfläche	4,93	m²
Dampfüberdruck (p)	12,65	at
Wasservorrat rd.	21	m³
Kohlenvorrat	11,5	„
Leergewicht	115,8	t
Dienstgewicht	154,9	„
Reibungsgewicht	106	„
Länge über die Puffer	23 640	mm
Größte Breite	3 090	„
„ Höhe	3 950	„
Zugkraft $0{,}75 \times p \frac{d^2 h}{D}$	21 000	kg

Eisenbahnwesen

D1+1D1-Lokomotive für Südafrika

Die 1 D 1 + 1 D 1-Gelenklokomotive, Bauart „Fairlie", 7, ist für die mit scharfen Krümmungen und starken ;ungen ausgestattete sogen. Kapspur von 3′ 6″ = 1067 mm mmt; die schärfsten Krümmungen haben 92 m Halber bei nur 20 mm Spurerweiterung, dabei aber eine höhung der äußeren Schiene bis zu 127 mm. Es erhellt us, daß die Lokomotive besonders ausgebildet sein muß, diesen Anforderungen zu entsprechen, während sie an-eits wiederum eine sehr starke Zugkraft entwickeln , um Vorspann und damit doppelte Besatzung zu er-en. Es wurde daher hier die „Fairlie-Bauart" gewählt, ler Mallet-Bauart unter diesen Verhältnissen überlegen la sie sich in den scharfen Krümmungen ungezwungener ellt als diese. Der verlangte große Wasser- und Kohlen-at würde bei der Mallet-Lokomotive einen besonderen ler erforderlich machen, so daß die Lokomotive nicht hängig von Drehscheiben wäre, während die Fairlie-motive in jeder Fahrtrichtung gleicht gut fährt.

Die Bezeichnung Fairlie-Lokomotive trifft für die Loko-ve in ihrer jetzigen Gestalt nicht mehr ganz zu, da die diesem Namen bezeichnete Bauart ursprünglich einen elkessel hatte, während die neuere Anordnung nur 1 Kessel aufweist, doch ist dieser Ausdruck immerhin n der Laufeigenschaften der neuen Bauart berechtigt.

Die Lokomotive besteht aus drei Gruppen, und zwar n oberen, sich fast über die ganze Länge der Maschine eckenden Hauptrahmen, der den Kessel, die Vorrat-e und das Führerhaus trägt, und aus den beiden Trieb-llen. Am vorderen Ende des Hauptrahmens befindet zunächst ein Wasserkasten, hinter diesem ist der Kessel ordnet; an ihn schließt sich das Führerhaus an, das sich hinten in einen zweiten Wasserkasten, verbunden mit enkasten, fortsetzt. Die beiden Wasserkasten sind mit-nder durch ein geräumiges Rohr verbunden, das an der ten Seite des Hauptrahmens entlangläuft. Der Haupt-en selbst besteht aus zwei durch starke Winkel ver-ten Blechplatten, die ihrerseits durch eine ausreichende ahl von Querverbindungen ausgesteift sind; zwei dieser verbindungen tragen große Drehzapfen, mit denen der ptrahmen auf den Drehgestellen aufliegt.

Der Kessel hat die übliche Bauart der Lokomotivkessel, Stehkessel hat runde Decke und Stahl-Feuerbüchse mit falls gewölbter Decke; innere und äußere Feuerbüchse durch Stahl- Stehbolzen verbunden. In der gefährdeten sind diese Stehbolzen als sogenannte Gelenkstehbolzen ebildet. Die Feuerbüchse durchziehen vier Wasser-ufrohre, die gleichzeitig Träger des Feuergewölbes sind. dem Kessel entnommene Dampf strömt zunächst durch Überhitzerkasten der bekannten Schmidtschen Bauart wird von da nach dem vorderen und hinteren Drehgestell itet. Es ist Vorsorge getroffen, daß die Dampfleitung zu n Drehgestell abgesperrt werden kann. Da die beiden gestelle einen ziemlich großen Ausschlag in den Kurven ben, so sind die Dampfleitungen sowohl zu als von den ndern mit Kugelgelenken und Stopfbüchsen versehen, auch eine erhebliche Ausdehnung der Rohre zulassen. Der Abdampf von den Zylindern des vorderen Gestelles auf dem kürzesten Wege nach dem Rauchkammerboden geleitet und tritt dort in das Blasrohr ein; der Abdampf der Zylinder des hinteren Gestelles wird zunächst außerhalb der Hauptrahmen auf deren linke Seite geführt und tritt dann neben der Rauchkammer wieder in das Innere des Rahmens und von dort in das Blasrohr, so daß das Blasrohr zwei getrennte Ausblasöffnungen hat, eine kreisförmige und eine ringförmige.

Die Zylinder haben Kolbenschieber mit innerer Einströmung, jeder Zylinder trägt zwei getrennte Druckausgleichventile nach der Sonderbauart der Südafrikanischen Eisenbahn; außerdem ist auf dem Überhitzerkasten noch ein ausreichend großes Luftsaugventil vorgesehen. Die Kreuzköpfe sind eingleisig, sämtliche Stangen, auch die Treibstangen, haben geschlossene Büchsen. Die Steuerung ist nach Bauart Heusinger ausgeführt und gibt Füllungen bis zu 80 vH; ihre Einstellung wird vom Führerstand aus durch eine Dampfumsteuerung, Bauart Hendrie, bewirkt. Die Zylinder werden durch zwei Detroit-Öler mit je vier Schmierstellen geschmiert. Weiter sind noch zwei kleine Schmierapparate, Bauart Wörner, für die Drehzapfen und die beweglichen Dampfrohrleitungen vorgesehen.

Die beiden Drehgestelle sind fast vollkommen gleich gehalten und können nach Vornahme einer ganz geringen Änderung der Dampfrohrführung gegeneinander vertauscht werden. Die Rahmen der Drehgestelle sind als Barrenrahmen ausgebildet; sie sind in weitestem Maße gegeneinander durch Querstreben versteift. Die vier gekuppelten Achsen sind in der üblichen Weise fest im Rahmen gelagert; die Federn liegen über den Achslagern. Die vordere Laufachse ist in einem Bisselgestell geführt, worin sie außerdem noch 20 mm seitliches Spiel hat. Die hintere Laufachse ist im Drehgestell je 20 mm seitlich verschiebbar. Die Federn jedes Gestelles sind in zwei Gruppen durch Ausgleichstangen verbunden. Starke seitliche Ausschläge der Drehgestelle gegen den Hauptrahmen werden durch Spiralfedern gedämpft, Winkelausschläge der Drehgestelle begrenzt.

Jedes Drehgestell wird durch einen Dampfzylinder gebremst, und zwar selbsttätig gemeinsam mit der Bremsung durch die Saugluftbremse, die im übrigen allein für den Zug bestimmt ist. Das hintere der beiden Drehgestelle kann außerdem auch noch vom Führerstand aus durch Hand-Spindelbremse gebremst werden. Von weiteren erwähnenswerten Einrichtungen sind noch zu nennen:

Sandstreuvorrichtung, Bauart Lambert, von acht Sandkästen aus geführt und in jeder Fahrtrichtung vier Rädern Sand streuend.

Siederohr-Ausblasvorrichtung, Bauart Parry, die jederzeit während der Fahrt, ohne daß die Feuertür geöffnet wird, in Tätigkeit treten kann.

Elektrische Beleuchtungseinrichtung, Bauart Pyle, mit je einem großen Scheinwerfer für jede Fahrtrichtung; der erforderliche Strom wird durch eine auf dem Kessel sitzende Turbodynamo erzeugt.

Amerikanische Mittelpufferkupplung, Bauart Henricot, am Ende jedes Gestelles; die Kupplung ist durch Gummipuffer abgefedert.

Die sonstige Ausbildung der Lokomotivausrüstung ist die allgemein übliche, entsprechend geändert nach den Vorschriften der Südafrikanischen Bahn. [M 554]

Gießerei

Verein Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband

Die 57. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, fand unter starker Beteiligung vom 1. bis 3. Juni in Stuttgart statt.

Den ersten Teil der Tagung bildeten die Sitzungen der Ausschüsse und Organe des Vereins, in denen unter dem Vorsitz von Dr.-Ing. Werner, Düsseldorf, die heute im Vordergrund des Fachinteresses stehenden Fragen und Aufgaben wirtschaftlicher und technischer Art behandelt wurden. Es wurden drei technische Vorträge gehalten. Als erster sprach Prof. Dr.-Ing. Heidebroek, Darmstadt, über

Grundfragen für Rationalisierung und Fließarbeit im deutschen Gießereiwesen.

Er führte aus, daß eine planmäßige Betrachtung der zur Fließarbeit führenden Grundlagen der Arbeitsvorbereitung erforderlich sei, um die Bedeutung des Arbeitsflusses für die Gießerei richtig würdigen zu können. Die Arbeitsvorbereitung bestehe darin, die nach Zeitelementen aufgelöste Gesamtleistung im Hinblick auf den Arbeiter, den Arbeitsplatz und das Werkstück zu ordnen.

Für die arbeitende Person gruppieren sich die Arbeitselemente zu Lohnsätzen, Akkordzeiten, Arbeitspensum usw. Der Weg der Entwicklung geht mit zunehmender Einschränkung der Zeitbeweglichkeit des Arbeiters vom reinen Zeitlohnverfahren über den Stücklohn, den Zeitakkord zum sogenannten Pensumverfahren mit genau festgelegter Arbeitsdauer. Damit wird die Initiative zur Verkürzung der Arbeitsdauer nicht mehr dem Arbeiter oder der Werkstatt überlassen, sondern auf die Arbeitsvorbereitung übertragen.

Die Ordnung der Arbeitselemente hinsichtlich des Arbeitsplatzes hat die planmäßige Arbeitsverteilung auf sämtliche vorhandenen Arbeitsgelegenheiten zur Folge mit dem Ziel eines möglichst vollständigen Beschäftigungsgrades.

Mit Bezug auf das Werkstück muß die Arbeitsvorbereitung auf einen ununterbrochenen Arbeitsfluß abzielen, und zwar in dem Sinn einer ununterbrochenen Aufeinanderfolge der verschiedenen Fertigungsstufen des Werkstücks. Wenn auch die Bandarbeit die höchste Form der Fließarbeit darstellt, so ist letztere doch auch ohne ein sichtbares Fördermittel durchführbar.

Aus der folgerichtigen Durchführung des Fließgedankens ergibt sich die Beseitigung der Arbeitspausen am Werkstück sowie der Lagerzeiten.

An sich bringt die Eigenart des Gießereibetriebes schon von selbst einen ziemlich geschlossenen Arbeitsfluß mit sich, der sich aber noch an einzelnen Stellen, insbesondere bei den Hilfsbetrieben, wie Kernmacherei, Putzerei usw., vervollkommnen läßt. Größte Bedeutung besitzt aber die Durchführung des Fließgedankens für die Gießereibetriebe bei der Mechanisierung der Fördervorgänge. Hier veranlaßt er eine Änderung der räumlichen Anordnung der Gießereiwerkstätten, sobald es sich um eine einigermaßen nennenswerte Massenfertigung handelt. Es gibt hierfür verschiedene technische Lösungen, bei denen vorzüglich die mechanische Bewegung des Formkastens am Formplatz vorbei zur Gießstelle, zum Ausleerplatz und zum Formplatz zurück eine Rolle spielt.

Namentlich die Ausnutzung der neuzeitlichen Schnellformmaschinen drängt zu solchen Maßnahmen. Von nicht geringerer Bedeutung für sie ist aber auch die Notwendigkeit der Beseitigung aller unnötigen Hilfsarbeiten. Endlich ergibt sie die beste Lösung der Arbeitsverteilung, weil sie zu einer gleichmäßigen Besetzung der Arbeitsplätze zwingt.

Zusammengenommen kann von der Durchführung einer planmäßigen Arbeitsvorbereitung nach allen drei Richtungen auch für die Gießereitechnik eine wesentliche Verbesserung des Betriebes erwartet werden, ganz abgesehen von der erzieherischen Bedeutung, die der Fließarbeit zukommt.

Prof. Dr. Keßner, Karlsruhe, machte Ausführungen über

Sandverdichtung und Sandfestigkeit unter besonderer Berücksichtigung neuerer Formverfahren.

Ausgehend von der neueren Entwicklung, die in den letzten Jahren das Gießereiwesen infolge wissenschaftlicher Forschung und allmählichen Eindringens der Fließarbeit genommen hat, beschäftigte sich der Vortragende vorwiegend mit neuen Versuchen über die mechanische Prüfung fertiger Gußformen in Eisen- und Stahlgießereien. Die Untersuchungen wurden nicht mit besonders vorbereiteten Probekörpern vorgenommen, sondern an fertigen Gußformen, in denen der Sand nach verschiedenen in der Praxis üblichen Verfahren verdichtet worden war.

Im Gegensatz zu den bisher geübten Prüfverfahren wurde ein neues an Hand von Lichtbildern erläutert, bei dem ein frei fallendes Gewicht einen bestimmten Eindruck in der fertigen Gußform hinterläßt. Als Maßstab für diese spezifische Sandverdichtung dient die Eindringungstiefe bei gegebener Fallarbeit.

Um die Bindefestigkeit des nach irgendeinem Verfahren verdichteten Formsandes zu bestimmen, sticht man mit einer an einem Ende zugeschärften Blechröhre eine Sandprobe aus dem Formkasten aus und drückt sie aus der Hülse mit einer Schraubspindel langsam so weit heraus, bis der ausstehende Sandzylinder abbricht. Die Bindefestigkeit wird dann nach den Gesetzen der Biegefestigkeit in der Weise wie bei einem durch sein Eigengewicht belasteten freitragenden Balken ermittelt. Die Ergebnisse lassen den Zusammenhang zwischen der spezifischen Sandverdichtung, der Bindefestigkeit und der Gasdurchlässigkeit erkennen.

Die angegebenen Prüfverfahren wurden in verschiedenen Gießereien angewendet. Dabei bot besonders Interesse ein von der Badischen Maschinenfabrik in Durlach neuerdings ausgebildetes Verfahren zum Verdichten von Sand mit einer Druckluft-Sandschleuder-Formmaschine, die der Vortragende eingehend besprach. Bei ihr wird durch ein frei bewegliches Strahlrohr in Verbindung mit einer artigen Blasdüse der Sand über der Modellplatte in den Formkasten hineingeblasen.

Als letzter Redner behandelte Direktor Sipp, Mannheim, die

Gußputzverfahren in ihrer Entwicklung bis zur Gegenwart.

Unter Gußputzen werden die Arbeitsvorgänge verstanden, die, wie der Vortragende einleitend ausführt, zur Reinigung der aus der Form kommenden Gußstücke von dem auf den Außenflächen anhaftenden Formsand und von Rückständen der Kernmaße im Innern sowie zur Beseitigung der Eingüsse, Gußnähte und Grate nötig sind.

Die erstgenannten Arbeiten werden durch Scheuern oder Erschüttern der Stücke in umlaufenden Trommeln vorgenommen, während man sich für die letztgenannten schneidender Werkzeuge bedient.

Mit steigenden Ansprüchen hinsichtlich der Sauberkeit der Gußoberfläche entwickelte sich das Putzen mittels Sandstrahlgebläse, das von dem Amerikaner Tilghman erfunden, aber in Deutschland zuerst gebaut und vorbildlich entwickelt wurde.

Die erste Erfindung arbeitete nach dem Saugverfahren, das darauf beruht, daß die Luft ein Rohr durchströmt, an dessen düsenartiger Verengung den Sand aus einem andern Rohr im Vorbeistreichen ansaugt und ihn dann auf das zu putzende Stück schleudert.

Das Druckverfahren unterscheidet sich vom Saugverfahren dadurch, daß der Sandbehälter unter Druck gesetzt wird, so daß der Sand durch Löcher in der Strahldüse zuströmenden Luftstrom hineingedrückt wird.

Das Schwerkraftverfahren schließt sich als letztes diesen beiden an. Bei ihm fällt der Sand in freiem Fall von oben in den Luftstrom.

Je nach Bauart werden folgende Arten von Sandstrahlgebläsen unterschieden: Freistrahl, Drehtisch, Sprossen-, Rollbahntisch, Kastengebläse und Trommelgebläse, wozu noch Sonderausführungen für bestimmte Zwecke kommen.

Als wichtigstes Schneidwerkzeug kommt heute der Druckluftmeißel in Frage, während Trichter und Eingüsse durch Kreissägen[1]) entfernt werden.

Eingehend besprach der Vortragende anschließend das seit vielen Jahren in Amerika geübtes Putzverfahren mittels Wasserstrahles[2]). Die dazu benutzte Einrichtung besteht aus einem Raum, in dessen Wand eine Anzahl Düsen angeordnet sind, durch die der Wasserstrahl von allen Seiten gegen das auf einem Tisch liegende Gußstück geschleudert wird, wodurch Form- und Kernsand ab- oder ausgespült werden. Planmäßige Versuche bei der Firma Lanz, Mannheim, mit Düsengrößen von 10 mm an abwärts und Drücken von 20 at bis 50 at ergaben mit zunehmendem Wasserdruck und geringem Düsenquerschnitt eine sehr günstige Wirkung. Durch Formgebung der Düsen, gerade und gebogen, ist die Möglichkeit gegeben, in alle Hohlräume des zu putzenden Stückes hineinzukommen. So können auch die verwickeltsten Gußstücke mit Erfolg gesäubert werden, je verwickelter sie sind, um so wirtschaftlicher ist die Anwendung des Wasserstrahlputzens. Die Kerneisen können ihm ohne Beschädigung entfernt und nachher wieder benutzt werden. Der größte Vorzug dieses Putzverfahrens aber ist der, daß es sich ohne jede Staubentwicklung vollzieht. [N 5]

Hamburg Lohe

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1700.
[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 240.

Wirtschaft

Die deutsche Maschinenindustrie in der Weltwirtschaft[1])

)ie Außenhandelsstatistik, die die Verflechtungen in Weltwirtschaft und die Abhängigkeiten der einzelnen swirtschaften voneinander anzeigt, meldete für 1913 deutsche Maschinenausfuhr in Höhe von Mill. ℳ gegenüber 721,3 Mill. ℳ aus England und Mill. ℳ aus den Vereinigten Staaten von Amerika. drei Zahlen kennzeichnen treffend die Stellung der chen Maschinenindustrie auf dem Weltmarkt, insbeere wenn man berücksichtigt, daß alle übrigen Länder nmen damals Maschinen im Werte von nur 396,9 Mill. ausführten. Die Folgen der Krieg- und Nachkriegaben diese Reihenfolge zwar bedauerlicherweise gert, so daß Deutschland 1925 mit 734,9 Mill. ℳ[2]) erst an r Stelle hinter den Vereinigten Staaten mit 1279,8 Mill. England mit 898,2 Mill. ℳ kam, während alle übrigen er für 762,5 Mill. ℳ ausführten. Die deutsche hinenindustrie hat aber gleichwohl ihre bedeutende ing auf dem Maschinenmarkt beibehalten, zumal da Jahr 1926 erfreulicherweise eine Steigerung der deut- Maschinenausfuhr auf 798 Mill. ℳ gebracht hat.

Die Verteilung der deutschen Ausfuhr an hinen auf die einzelnen Erdteile zeigt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1
tsche Maschinenausfuhr nach Erdteilen

Erdteil	1913 vH	1925 vH	1926 vH
pa	79,5	72,0	70,0
i	4,5	6,3	7,0
a	1,4	1,8	1,5
Staaten und Kanada	2,6	2,8	4,7
n-Amerika	9,5	13,4	11,6
ralien	0,5	0,3	0,7
erfaßte Länder	2,0	3,4	4,5
Insgesamt	100,0	100,0	100,0

[1]) Nach der Denkschrift des Vereines deutscher Maschinenbauten über die Maschinenindustrie der Welt für die Weltwirtschaftsenz und seinem Bericht über die deutsche Maschinenindustrie e Jahre 1925 und 1926.
[2]) RM nach der Festigung der Währung.

Aus dem überwiegenden und fast gleich gebliebenen Anteil Europas ergibt sich die große Bedeutung der europäischen Zollverträge für den deutschen Maschinenbau.

Die wichtigsten deutschen Absatzmärkte für 1913 und 1926, nach der Reihenfolge des Ausfuhrwertes 1926 geordnet, sind in Zahlentafel 2 aufgeführt:

Zahlentafel 2
Die wichtigsten Absatzmärkte des deutschen Maschinenbaues

	1913[3])	1926
Rußland	1	1
Italien	5	2
Niederlande	7	3
Großbritannien	4	4
Brasilien	10	5
Vereinigte Staaten	13	6
Tschechoslowakei	—	7
Spanien	8	8
Argentinien	11	9
Schweiz	9	10
Österreich	2	11
Frankreich, Elsaß-Lothringen und Saargebiet	3	12
Schweden	16	13
Polen und Danzig	—	14
Rumänien	12	15
Belgien, Luxemburg	6	16
Niederländisch-Indien	17	17
Japan	15	18
Dänemark	14	19
Britisch-Indien	20	20
Ungarn	—	21
Türkei	22	22
Südslavien	—	23
Chile	18	24
Finnland	21	25
China	24	26
Griechenland	25	27
Norwegen	19	28
Lettland	—	29
Ägypten	23	30

[3]) Alter Gebietsumfang.

Zahlentafel 3
Die deutsche Maschinenausfuhr nach Fachgruppen geordnet

Fachgruppe	Erzeugnisse	Gewichte in t 1913	1925	1926	Werte in 1000 ℳ 1913	1925	1926
	Werkzeugmaschinen	90 279	58 155	72 775	98 272	95 751	109 821
	Textilmaschinen und Zubehör	79 867	58 258	57 918	116 521	144 432	154 324
	Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte	80 820	73 380	82 119	56 544	61 227	72 177
	Dampflokomotiven und Tender	54 445	22 573	17 128	55 224	27 171	25 065
	Kraftmaschinen	100 262	49 954	53 691	117 655	86 436	95 456
	Arbeitsmaschinen	22 683	17 193	16 317	29 723	36 536	40 191
	Hütten-, Stahl- und Walzwerksanlagen und -maschinen	—	—	—	—	—	—
	Mechanische Fördermittel und Wagen	39 601	20 234	25 289	32 682	24 229	30 093
	Maschinen für die Papierindustrie und das graphische Gewerbe	29 098	25 769	24 029	42 810	60 118	57 387
	Maschinen für die Nahrungs-, Genußmittel und chemische Industrie	40 501	17 314	16 459	39 357	25 502	25 077
	Maschinen für die Aufbereitung von Kohlen, Erzen, Steinen und Erden	32 614	11 486	11 925	24 039	11 703	12 642
	Sonstige Maschinen und Maschinenteile, Verschiedenes	96 279	82 128	89 076	125 614	161 796	175 511
12	Insgesamt	666 449	436 444	466 726	738 441	734 901	797 744

Zahlentafel 4
Erzeugung und Leistungsfähigkeit

Land	1913 Erzeugung[4]) Mill. ℳ	1913 vH	1925 Vorkriegswerte Erzeugung Mill. ℳ	vH	Leistungsfähigkeit Mill. ℳ	vH	Beschäftigungsgrad vH	1925 Zeitwerte Erzeugung Mill. ℳ	Leistungsfähigkeit Mill. ℳ
nigte Staaten	6 775	50,0	8 465	57,6	11 330	57,1	74,5	12 697	17 000
britannien	1 602	11,8	2 007	13,6	2 307	11,6	87,4	3 010	3 460
schland	(2 700)[5])	20,6	1 933	13,1	3 359	16,9	(72,4)[6])	2 900	5 038
ge Länder	(2 478)[5])	17,6	2 300	15,7	2 860	14,4	80,0	3 452	4 280
	13 555	100,0	14 705	100,0	19 856	100,0	74	22 059	29 778

[4]) Die Leistungsfähigkeit im Jahre 1913 ist gleich der Erzeugung; der Beschäftigungsgrad kann mit 100 vH angenommen werden.
[5]) Die eingeklammerten Zahlen geben die Erzeugung in den heutigen Grenzen wieder.
[6]) Die Leistungsfähigkeit wurde nicht mit Hilfe dieses Beschäftigungsgrades berechnet, da im Jahre 1925 die Arbeitzeit im deutschen inenbau vielfach stark verkürzt war.

Rußland steht nach wie vor an erster Stelle, ein Umstand, der angesichts des englisch-russischen Konfliktes besondere Beachtung verdient und die deutsche Stellungnahme in den kommenden Wirtschaftsverhandlungen nicht unwesentlich beeinflussen dürfte. Der erhebliche anteilige Rückgang in der Ausfuhr nach Frankreich und Belgien fällt auf, während die gleiche Erscheinung Österreich gegenüber durch die besonders aufgeführten Anteile der Tschechoslowakei und Ungarns so ziemlich ausgeglichen ist.

Bemerkenswert ist weiter die Aufteilung der deutschen Maschinenausfuhr auf die einzelnen Fachgruppen des Verbandes, Zahlentafel 3.

Dem Gewichte nach hat lediglich die Ausfuhr an landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten eine erfreuliche Steigerung gegenüber der Vorkriegzeit zu verzeichnen. Sie steht dem Gewichte nach heute auch an der Spitze der Maschinenausfuhr, während 1913 die Kraftmaschinen diesen Platz einnahmen.

Wertmäßig (man beachte die Wertverminderung der Mark) überflügelte 1926 die Ausfuhr von Textilmaschinen und Zubehör alle Maschinengruppen erheblich. Die T… maschinenindustrie hatte auch mit 120,4 Mill. ℳ den gr… Ausfuhrüberschuß.

In der Welterzeugung an Maschinen standen… schon vor dem Kriege die Vereinigten Staaten von Am… an der Spitze. Zahlentafel 4 gibt hierfür eine Übe… die weiter auch Angaben über die Leistungsfähigkei… wie über den Beschäftigungsgrad enthält.

Vergleicht man diese Zahlen mit denen des A… handels, so ergibt sich, daß der Anteil des Weltauße… dels an der Welterzeugung trotz der Steigerung der… zeugung von einem Fünftel auf ein Sechstel zurückgeg… ist. Dieser Rückgang ist lediglich darauf zurückzufü… daß sich der Austausch zwischen den Maschinenerzeug… ländern vermindert hat; denn die Ausfuhr in die zu… strieländern gewordenen Rohstoffländer ist gestiegen. D… ist ein bedauerliches Zeichen für die Vernachlässigun… internationalen Arbeitsteilung, der Grundlage jede… sunden weltwirtschaftlichen Entwicklung. Erst ein… seitigung der vielfachen internationalen Handelsers… rungen kann hier zum Segen der ganzen Welt W… schaffen. [N 595]

Kleine Mitteilungen

Einheits-Tenderlokomotiven der Deutschen Reichsbahn

Kürzlich sind von der Firma Henschel & Sohn, Kassel, die ersten Tenderlokomotiven nach der Einheitsbauart fertiggestellt worden, die die Achsfolge 1 C 1 haben. Die Leistung wird von den beiden Zylindern auf die mittlere Kuppelachse übertragen. Beide Laufachsen sind in Bisselgestellen gelagert. Bei 74,3 t Dienstgewicht und 45,5 t Reibungsgewicht beträgt die Zugkraft 9250 kg. Der Kessel arbeitet mit 14 at Überdruck. Diese Lokomotive, deren Treibräder 1500 mm Dmr. haben, ist im wesentlichen für den Nahzugverkehr bestimmt. [N 661 a] Gs.

Eisenbahnbrücke über den Mississippi

Die Atchison-, Topeka- und Santa Fe-Eisenbahn baut gegenwärtig bei Ft. Madison, Iowa, eine Eisenbahnbrücke aus Parallelträgern, deren Stromteil aus vier feststehenden Öffnungen von je 82 m sowie einer Drehbrücke mit zwei Armen von je rd. 81 m Länge, gemessen von Pfeilermitte zu Pfeilermitte, besteht. Die lichte Höhe der Brücke über Hochwasser beträgt 3 m. Über der zweigleisigen Eisenbahnbrücke ist eine Fahrbahn für Straßenverkehr angeordnet.

Zum Antrieb der Drehbrücke dienen vier unabhängig voneinander über Vorgelege auf Zahnstangen von je 73 cm Dmr. arbeitende Drehstrommotoren von je 75 PS bei 440 V und 25 Per./s. Die Motoren machen 475 Uml./min bei einem Anfahrdrehmoment von 265 kgm. Ein größtes Drehmoment von 345 kgm kann 1 h lang innegehalten werden. Die vier Zahnstangen arbeiten gleichzeitig auf einen Zahnkranz von 14 m Dmr. mit Außenverzahnung, der auf dem Drehpfeiler fest angebracht ist. Die Motoren liegen unmittelbar unter den Gleisen; die Anlage wird von einem Führerhaus auf dem Drehturm oberhalb der Straßenfahrbahn betätigt. („Railway Age“ 9. Juli 1927 S. 47*) [N 661 b] Sd.

Gladstone-Dock in Liverpool

Neben dem älteren Hornby-Dock gelegen, hat das Gladstone-Dock, das am 19. Juli d. J. eröffnet worden ist, mit seinen beiden 122 m breiten Becken vier Kais von 387 bis 457 m Länge und insgesamt 22,35 ha überdeckter Lagerfläche. Eine Schleuse von 196,6 m Länge und 27,4 m Breite verbindet den neuen mit den älteren Dockhäfen, die dadurch auch bei Niedrigwasser für größere Schiffe erreichbar sind. In dem zugehörigen Trockendock können Schiffe von 320 m Länge und 36,6 m Breite gedockt werden. Die Wassertiefe beträgt höchstens 14,02 m.

Die Einfahrt zum Gladstone-Dock bildet eine Schleuse von 326 m Länge und 39,6 m Breite mit 8,5 bis 14,9 m Wassertiefe über dem Drempel. Die Schleusenstemmtore wiegen je rd. 500 t und sind 21,94 m lang, in der Mitte 2,53 m und an den Enden 0,86 m breit und rd. 17 m hoch. Tragrollen, die viel Unterhalt beanspruchen, sind vermieden worden. Der Tragzapfen hat rd. 40 und der Halszapfen rd. 57 cm Dmr. Das Halslager ist als Rollenlager mit Rollen von 75 mm Dmr. ausgebildet und durch 180 mm dicke Stangen in der Betonmauer verankert.

Auf dem Nordkai des Trockendocks sind einstöckige Lagerschuppen gebaut und elektrische Halbportalkrane von 1,5 t Tragkraft aufgestellt worden. Die übrigen Kaischuppen sind dreistöckig, auf der Wasserseite mit Portalkranen von 3 t, auf der Landseite mit Dachkranen von je … 1,5 t Tragkraft ausgerüstet. Sämtliche Schuppen sin… Eisenbeton gebaut. („Engineering“ 15. Juli 1927 S. …) [N 661 c]

Überhitzer für Heizkessel

Die meisten in der Industrie und auch im Schi… verwendeten Heizdampfkessel erzeugten Sattdampf, de… Raumheizung oder auch zum Antrieb von Hilfsmasc… dient. Da aber bei den oft sehr langen Heizdampfleit… die Wärmeverluste sehr groß sind und der Heizdampf … in sehr feuchtem Zustande zu seinem Bestimmungsor… langt, so versucht man neuerdings, durch geringe … hitzung die Wärmeverluste zu verringern, damit ma… der Verwendungsstelle über völlig trockenen Dampf ve…

Die Firma T. Sugden & Co., London, hat einen … hitzer für kleine Heizdampfkessel entworfen, der seit k… bei den Kesseln mit senkrechten Rohren, Bauart Cochra… nutzt wird und auch bei älteren Kesseln dieser Bauart … Schwierigkeiten eingebaut werden kann. Versuche an … kleinen Cochran-Kessel von 1,8 m Dmr. und 4,2 m Höh… 32 m² Heizfläche bei 10 at Betriebsdruck hatten gü… Ergebnisse. Der am oberen Teile des Kessels in eine… genieteten Stahlkasten untergebrachte Überhitzer be… aus mehreren, in Gruppen zu vieren angeordneten … rohren, deren Zahl je nach der gewünschten Dampft… ratur vermehrt oder vermindert werden kann. Die … hitzerrohre sind so angeordnet, daß sie leicht zugän… sind und gut gereinigt werden können. („The Engi… 15. Juli 1927 S. 78) [N 661 d]

Kohlenverschwelung in England

Dem Bericht des Fuel Research Board für das … 1926 ist zu entnehmen, daß die Regierung mit der … Light & Coke Co. ein Abkommen über die weitere D… führung der in der Versuchsanstalt des Fuel Research … entwickelten Schwelverfahrens für die Gewinnung von … für Hausbrandzwecke getroffen hat. Nach diesem Ab… men wird die Regierung auf dem Gelände der Gesells… eine Anlage für rd. 100 t Tagesdurchsatz errichten, die… der Gesellschaft auf ihre eigene Gefahr betrieben w… soll. Nach Verlauf von drei Jahren soll die Gesells… berechtigt sein, die Anlage käuflich zu erwerben. Die … Anlage soll nächstes Jahr in Betrieb kommen. Das … kommen, für dessen Durchführung eine neue Gesells… begründet wurde, stellt das Ergebnis umfangreicher St… des Vorsitzenden der Gasgesellschaft, Sir David Milne … son, über den Stand der Schwelverfahren im In- und … lande dar, die zu dem Ergebnis geführt haben sollen, … das Verfahren der englischen Versuchsanstalt, das be… in einer Anlage von praktischen Abmessungen erprob… für die Durchführung im Rahmen eines Gaswerks die me… Aussichten biete. („Engineering“ 15. Juli 1927 S… [N 661 e]

Schleuderguß-Stahlblöcke

Die bisher ohne Erfolg durchgeführten Versuche, S… blöcke in Schleudergußformen herzustellen, sind in Am… von L. Cammen wieder aufgenommen worden. Die … ihm konstruierte Schleudergußform besteht aus einem …

fenden liegenden Zylinder, dessen eine Grundfläche gelossen ist, während am andern Ende ein kegeliges in en Zylinder auslaufendes Mundstück eingesetzt ist, in der flüssige Stahl hineinläuft. Die so hergestellten hlblöcke haben je nach der Form 1250 bis 2500 mm Dmr. t 2000 bis 4200 mm Länge. Die Blöcke haben fast keine gerungen; die Zeit des Erstarrens ist sehr gering. („The n Age" 7. Juli 1927 S. 6*) [N 661 f] Gw.

abelprüfung mittels Röntgenstrahlen

Die Puget Sound Power & Light Co. hat über ein Jahr g Versuche mit Röntgenstrahlen zur Kabelprüfung ausgeführt, die so erfolgreich waren, daß die Gesellschaft jetzt alle Spleißstellen an Seekabeln mittels Röntgenstrahlen untersucht. Die Röntgenbilder lassen jede schlechte Verbindung oder Verlagerung der Leiter, Gaseinschlüsse und ungleichmäßige Stellen in der Isoliermasse deutlich erkennen. An den Spleißstellen, die mit Röntgenstrahlen geprüft und für gut befunden wurden, hat sich bisher noch keine Störung gezeigt. Das Verfahren ist natürlich nur anwendbar bei bleilosen Kabeln oder bei Bleikabeln an Spleißstellen, die noch nicht mit einem Bleimantel versehen sind. („Electrical World" 9. Juli 1927 S. 71)
[N 661 g] Pa.

BÜCHERSCHAU

erikas Dampfturbinenbau. Von E. A. Kraft. Berlin 927, VDI-Verlag. 115 S. m. 125 Abb. Preis 14 ℳ.

In diesem Buch, das sich als Ergebnis einer Amerikase darstellt, werden die meisten heute Entwurf und Ausrung der Turbinen berührenden Fragen erörtert. In em ersten Teil behandelt der Verfasser die im Vorderd stehenden Fragen der Betriebsicherheit und der Wirtaftlichkeit. Ein zweiter Teil geht auf die Ausbildung einzelnen Turbinen, unter Verwendung zahlreicher Ablungen ein. Es handelt sich hierbei um einen bei der ße des Absatzgebietes überraschend kleinen Kreis von binenbauanstalten. Neben der General Electric Co., die Bauart der Kammerturbinen auf eine hohe Stufe entkelt hat, pflegt die Westinghouse Electric & Mfg. Co. erreich den Trommelturbinenbau. Außerdem ist die Allislmers Mfg. Co., die ebenfalls Trommelturbinen herstellt, der Versorgung des Marktes beteiligt, während die Ford tor Co. den Turbinenbau lediglich für den eigenen Bedarf genommen hat. Die Ausführungen über diese Bauart erken besonderes Interesse, da sie von den sonst üblichen struktionsgrundsätzen erheblich abweicht.

Anschließend an die Beschreibung der Turbinenbauarten den die Baustoffe, die ihnen zugemuteten Beanspruchun- und die Herstellverfahren einer kürzeren Betrachtung erzogen. In einem letzten Kapitel, das die Überschrift rbinenbetrieb" trägt, und in einer darauf folgenden Zumenfassung werden noch einmal die Hauptgrundsätze, den amerikanischen Dampfturbinenbau in der letzten Zeit wesentlich gefördert haben, besprochen.

Wenn wir auch zugeben müssen, daß bei uns der Dampfinenbau von der geraden Linie, die die Betriebsicher- in den Vordergrund stellt, in der Nachkriegzeit da und t unter fremdem Einfluß abgewichen ist, so kann doch e Überhebung festgestellt werden, daß sich der eurosche Turbinenbau neben dem amerikanischen sehen lassen n. Immerhin bietet das Studium dieses Werkes, das eine gfältige, von großer Sachkenntnis getragene kritische Bedlung eines überaus reichhaltigen Stoffes darstellt, für n mit Entwurf oder Betrieb von Dampfturbinen beäftigten Ingenieur eine Menge von wertvollen Anungen. [E 581] Dr. Röder

Grundzüge des Eisenbetonbaues. Von M. Foerster. . verb. u. verm. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 69 S. m. 183 Abb. Preis 25,50 ℳ.

Das Erscheinen dieser Neuauflage ist besonders desb sehr erfreulich, weil hier erstmalig in einem umenden Werk über den Eisenbetonbau die Vorschriften a September 1925 den Ausführungen zugrundegelegt sind. bedingte eine Umarbeitung wesentlicher Abschnitte.

Hierzu gehören auch die Kapitel über den Baustoff im gemeinen und besonderen (Zement, Sand, Eisen). Sie rden erweitert im Hinblick auf die Verbesserungen, die den letzten Jahren erreicht und in den Bestimmungen a Jahre 1925 festgelegt wurden (hochwertiger Baustahl 48, hochwertige Portlandzemente). Daneben sind auch neueren Versuche über die Einflüsse chemischer Natur, en der Beton unterliegt, ausführlich berücksichtigt wor-. Besonders wesentlich sind die Zusammenstellungen r Zusammensetzung des Betons (Korngröße, Wasserzu- usw.).

In den Kapiteln über die Ermittlung der inneren Spangen sind vor allem die Untersuchungen über mehrseitig liegende oder an einzelnen Punkten gestützte Platten k erweitert worden. Die neuen Bestimmungen für diese struktionsglieder werden ausführlich erläutert. Weiterhin die Berechnung der Steineisendecken, die in den letzten Jahren besondere Verbreitung gefunden haben, aufgenommen worden. Auch die Kapitel über exzentrischen Druck und Zug sind erweitert worden. Besonders ist die Aufnahme des graphischen Verfahrens von Spangenberg dankenswert, das alle früheren Verfahren an Einfachheit übertrifft, aber heute durchaus noch nicht allgemein bekannt ist.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die neue Auflage, wie die alte, sich unter Studenten und Ingenieuren bald viele Freunde erwerben wird.
[E 332] F. Samuely

Personenbahnhöfe. Grundsätze für die Gestaltung großer Anlagen. Von W. Cauer. 2. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 306 S. m. 142 Abb. Preis 22,50 ℳ.

Das rühmlichst bekannte Werk Cauers liegt in der zweiten Auflage vor. Die erste Auflage ist bei ihrem Erscheinen von der Fachwelt mit großer Freude begrüßt worden und hat im In- und Ausland allgemein höchste Anerkennung gefunden. Auch in der zweiten Auflage hat der Verfasser allenthalben das Grundsätzliche scharf herausgearbeitet; er hat bewußt auf ausgeführte Beispiele vielfach verzichtet, dafür aber alle wichtigen Bahnhofformen mit den verschiedenen möglichen Lösungen unter eingehender Würdigung der Vorzüge und Nachteile eingehend untersucht.

Der erste Abschnitt behandelt die „Rücksichten auf den Verkehr", wobei namentlich Empfangsgebäude und Bahnsteige besprochen werden. Der zweite, umfangreichste Abschnitt untersucht die „Rücksichten auf den Betrieb", wobei u. a. die Wahl der Bahnhofform, die Einführung der Streckengleise, die Bahnsteiggleise, die Trennung von Fern- und Nahverkehr und die Leistungsfähigkeit behandelt werden. Die beiden letzten, kürzeren Abschnitte sind den „äußeren Verhältnissen" und der „Ausführbarkeit" gewidmet.

Einer besonderen Empfehlung bedarf die zweite Auflage nicht; denn schon die erste Auflage ist anerkanntermaßen das grundlegende Werk über die Gestaltung der größeren Personenbahnhöfe. Jeder Eisenbahner, der mit der Erforschung der Verkehrs- und Betriebsvorgänge, der Erhöhung der Leistungsfähigkeit, der Verbesserung und Erweiterung und dem Neubau von Personenbahnhöfen beschäftigt ist, findet in diesem Werk den besten und sichersten Ratgeber.
[E 307] Blum

Einführung in die Elektrizitätslehre. Von R. W. Pohl. Berlin 1927, Julius Springer. 256 S. m. 393 Abb. Preis 13,80 ℳ.

Der Verfasser hat in dem Buche den Stoff seiner Vorlesung über Experimentalphysik niedergeschrieben. Ausgehend von den Begriffen Strom und Spannung, behandelt er das elektrische und das magnetische Feld, die Verkettung beider und ihre Anwendung, weiter veranschaulicht er die Vorgänge beim Strömen von Elektrizität in gasförmigen, flüssigen und festen Leitern. Der Schluß ist der Radioaktivität und dem Wesen der elektrischen Wellen gewidmet. Das Bestreben des Verfassers, alle Freunde von Naturwissenschaft und Technik mit den Erscheinungen und den Gesetzen der Elektrizität vertraut zu machen, geht aus jedem Kapitel hervor. Die Ausdrucksweise ist klar und verständlich, und die bildlichen Darstellungen der Versuchsanordnungen — vielfach als Schattenrisse gewählt — sind äußerst übersichtlich und einfach gehalten. Das vorliegende Buch wird daher nicht nur Lernenden ein Führer, sondern auch wegen seiner wohlgetroffenen Auswahl und Anordnung des Stoffes Lehrenden ein Berater sein.
[E 597] Zn.

Der phasenverschobene Strom, seine Messung und seine Verrechnung. Von Richard F. Falk. Berlin 1927, Julius Springer. 92 S. m. 52 Abb. Preis 6,60 *M*.

Die Elektrizitätswerke wenden der Messung des Blindstromes immer größere Aufmerksamkeit zu, da der Blindverbrauch großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Werke hat. Der Verfasser schildert in dem vorliegenden Buch die wissenschaftlichen Grundlagen der Blindverbrauchzähler und erläutert die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren, den Preis des Blind- oder des Scheinverbrauchs zu berechnen; er kommt zu dem Schluß, daß der Blindverbrauchzähler dem Scheinverbrauchzähler vorzuziehen ist. [E 594] Pa.

Handbuch der angewandten physikalischen Chemie. Herausgeg. von Georg Bredig. 14. Bd.: **Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik.** Von Hermann Mark. Leipzig 1926, Joh. Ambrosius Barth. 528 S. m. 328 Abb. Preis 50 *M*.

Wer sich mit der praktischen Durchführung von Kristallstrukturbestimmungen beschäftigen muß, wird das umfangreiche Werk von Mark als die beste und gründlichste Anleitung hierzu mit Freude begrüßen. Die langjährige praktische Erfahrung des Verfassers macht ihn zu einem berufenen Lehrer, der auch dem Anfänger Schritt für Schritt dieses schwierige Gebiet erschließt. Darüber hinaus bringt das Buch eine ausführliche Beschreibung der allgemeinen Röntgeneinrichtungen und des Inhalts der Röntgenspektroskopie nebst der darauf beruhenden qualitativen und quantitativen Analyse. Diese letzten Abschnitte sowie ein kurzes Kapitel über die Bestimmung der Kristallanordnungen und Teilchengrößen sind die einzigen Teile, die sich unmittelbar mit der weiteren praktischen Anwendung der Röntgenstrahlen in der Technik beschäftigen. Auch geben sie nur einen allgemeinen Überblick über die Verfahren und keine eingehende Anleitung zu ihrer Durchführung. Sonstige technische Anwendungen, wie die Werkstoffdurchleuchtung mittels Röntgenstrahlen und die Strukturbestimmung von Legierungen sind kaum gestreift. Es wäre daher wünschenswert, daß der Titel entsprechend geändert würde. Den großen Wert des Buches für jede Forschungsanstalt macht der (einschließlich der Röntgeneinrichtungen und Tabellen) etwa zwei Drittel des Inhalts umfassende Teil über Strukturbestimmungen aus. [E 387] G. Sachs

Die Forstwirtschaft. Lage und Aufgaben in der deutschen Volkswirtschaft. Von R. Ortegel. 2. Aufl. Neudamm 1926, J. Neumann. 95 S. m. 6 Taf. u. 4 Tab. Preis 3,60 *M*.

Von besonderer Wichtigkeit für den Ingenieur sind die im ersten Teil: Aufgaben der Forstwirtschaft, enthaltenen Zahlen über den Anteil des Holzes an der gesamten deutschen Gütererzeugung und die Zusammensetzung des Preises von Holzwaren. Ortegel berechnet für Nutzholz im Durchschnitt einen Holzwert im Wald auf dem Stock von 15,26 *M*, für Fällung und Aufbereitung 1,64 *M*, für Nahbeförderung 2,74 *M*, für Weiterbeförderung mit Bahn 2,72 *M*, auf Wasserstraßen 0,27 *M*, für Holzhandel und Holzbearbeitung 80,5 *M*, alles auf 1 m³ bezogen. Allein die Förderkosten betragen also rd. 35 vH des Holzwertes im Walde.

Der zweite Abschnitt, Grundlagen der Forstwirtschaft in Deutschland, gibt besonders in den Angaben über Wirtschaftlichkeit der Forstwirtschaft ein sehr wenig erfreuliches Bild. Die Hebung der Forstwirtschaft, zu der der dritte Teil Wege zeigen will, ist zu einem sehr großen Teil eine technische Aufgabe; leider geht der Verfasser über die Verbesserung der forstlichen Technik recht kurz hinweg.

Der gebotene Stoff ist in sehr klarer und auch dem Laien verständlicher Weise dargestellt; die Anfügung vieler Zahlenangaben ist besonders zu begrüßen. Die Wichtigkeit des Holzes und die technischen Aufgaben, die dieser Werkstoff stellt, werden heute in Ingenieurkreisen nicht im gebührenden Maß gewürdigt; schon aus diesem Grunde wäre eine Beschäftigung der Ingenieure mit dem hier behandelten Gegenstande zu begrüßen.
[E 308] Hä

Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen und Verbrennungskraftmaschinen. Von Franz Seufert. 8. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 161 S. m. 55 Abb. Preis 3,60 *M*.

Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen. Herausgeg. von G. Dettmar. Berlin 1927, Julius Springer. 302 S. m. Abb. Preis 8,75 *M*.

Sammlung Göschen, 958. Bd.: **Elektrische Bahnen.** Von A. Schwaiger. Leipzig und Berlin 1927, W. de Gruyter & Co. 116 S. m. 45 Abb. Preis 1,50 *M*.

Handbuch für Eisenbetonbau. 3. Bd.: Der Baustoff und seine Verarbeitung. 4. Aufl. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 427 S. m. 605 Abb. Preis 28,50 *M*.

Beton. Anregungen zur Verbesserung des Materials, Ergänzungsheft zu den Vorlesungen über Eisenbeton. 1. Bd. 2. Aufl. Von E. Probst. Berlin 1927, Julius Springer. 54 S. m. 7 Abb. Preis 3 *M*.

Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. 8. Bd. 19.. Hamburg 1927, Verlag der Hafenbautechnischen Gesellschaft. 170 S. m. Abb. u. versch. Landkarten. Preis 20 .

Flugzeugbau und Luftfahrt, 3. H.: **Der Bau des Flugzeugs.** Von E. Pfister. 3. T.: Rumpf und Fahrwerk. Berlin-Charlottenburg 1926, C. J. E. Volckmann Nachf. 64 S. m. 133 Abb. Preis 2 *M*.

Motorschiff- und Yacht-Bibliothek, 1. Bd.: **Bootsmotoren.** Konstruktion, Einbau und Behandlung. Von Walther Isendahl. 3. durchges. und erw. Aufl. Berlin 19.., Rich. Carl Schmidt & Co. 288 S. m. 133 Abb. Preis 4 .

Die zentrale Wasserversorgung von Ortschaften. Von E. Grohnert. Berlin-Hohen-Neuendorf 1927, W. Siberlich. 224 S. m. 274 Abb. Preis 4 *M*.

Repertorium der höheren Mathematik. Von Pascal. 1. Bd: Repertorium der höheren Analysis. Herausgeg. von E. Salkowski. 2. Aufl. 2. Teilband. Berlin und Leipzig 1927, B. G. Teubner. S. 529 bis 1023 m. Abb. Preis 18 .

Denkschrift über **Die Maschinenindustrie der Welt.** Bestimmt für das Komitee B des vorbereitenden Ausschusses der internationalen Wirtschaftskonferenz des Völkerbundes. Berlin-Charlottenburg 1926, Verein Deutscher Maschinenbauanstalten (VDMA). 194 S. Preis 7,50 *M*.

Jahresbericht des Badischen Gewerbeaufsichtsamtes und Badischen Bergamtes für das Jahr 1925. Erstattet vom Ministerium des Innern. Karlsruhe i. B. 1926, Macklotsche Druckerei A.-G. 226 S. Preis 3 *M*.

Der Angestellten-Tarifvertrag für die Reichs- und für die Preußische Staatsverwaltung. Von W. Kschischo und Fr. Odzuck. Berlin 1927, Georg Bath. 336 S. Preis 5,80 *M*.

Wie beherrscht man die Konjunktur? Von Rudolf Wedemeyer. Essen/Ruhr 1927, A. Kerksieck & Co. 176 S. Preis 5,80 *M*.

Begrenzung des Rechts an technischen Schöpfungen. Von Werner Hensel. Berlin 1927, Carl Heymann. 56 S. Preis 3 *M*.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

D. 71 SONNABEND, 6. AUGUST 1927 NR. 32

Die Grundlagen des Schleifens

Von Dr.-Ing. Carl Krug, Frankfurt am Main[1])

Grundbegriffe und Begriffsbestimmungen — Das Gefüge der Schleifscheibe: Raumbeziehungen, Festigkeitsbeziehungen — Der Schleifvorgang: Spanbildung, Schleifdruck und Spanquerschnitt, Schleifdruck und Schleifgeschwindigkeit, günstigste Schleifgeschwindigkeit, Umfangskraft und Beistelldruck, Schneidziffer, Güteziffer, Grundgleichung für den Schleifvorgang, Einfluß der einzelnen Betriebsgrößen — Zusammenfassung der zu lösenden Aufgaben und Schlußbetrachtung

Grundbegriffe und Begriffsbestimmungen

Was ist Schleifen? Das Merkblatt „Die Schleifscheibe" des AWF setzt fest: Unter Schleifen versteht man in der Technik die Erzeugung oder rtigstellung von ebenen oder gekrümmten Flächen durch eichzeitiges Abtrennen feiner Späne mittels einer Vielheit n verhältnismäßig kleinen, scharfen Schneidkanten oder hneidspitzen, die sich an dem Schleifkorn befinden. nter diese Begriffsbestimmung fällt eine große Anzahl n Arbeitsverfahren der spanabnehmenden Formung, die ihrer Gesamtheit das Gebiet der Schleiftechnik bilden.

Der Versuch, diese Arbeitsverfahren in Gruppen einteilen, führt zu folgender Unterscheidung nach:

Beschaffenheit der Arbeitsfläche
- a) Schruppschleifen (Grobschleifen)
- b) Schlichtschleifen
- c) Feinschleifen (Ausschleifen)

Einfluß der Schleifwärme
- a) Trockenschleifen
- b) Naßschleifen

Angriffsweise des Schleifwerkzeuges
- a) Umfangs-, Peripherie-, Stirnschleifen
- b) Seitlichschleifen

Werkstoffart
- a) Glasschleifen
- b) Holzschleifen
- c) Gesteinschleifen usw.

Werkstückart
- a) Zylinderschleifen
- b) Fräserschleifen
- c) Kugelschleifen
- d) Kurbelwellenschleifen
- e) Messerschleifen
- f) Walzenschleifen
- g) Zahnradschleifen usw.

Festhaltung des Werkstückes
- a) Freihandschleifen
  1. Abgraten, Bestoßen
  2. Abziehen
  3. Blankschleifen
  4. Feuern
  5. Schärfen
- b) Maschinenschleifen
  1. Rundschleifen
  2. Flächenschleifen
  3. Innenschleifen
  4. Werkzeugschleifen
  5. Spitzenloses Schleifen
  6. Formschleifen
  7. Tiefenschleifen, Einstechschleifen
  8. Hinterschleifen
  9. Hohlschleifen
  10. Ziehschleifen
  11. Spiegeln oder Feinen
  12. Schneiden oder Trennen

[1]) Vorgetragen auf der Betriebstechnischen Tagung, Leipziger ihjahrsmesse 1927.

Abb. 1 Kubische Lagerung der Schleifkörner

Abb. 2 Leerraum bei kubischer Lagerung der Schleifkörner

Abb. 3 gste Lagerung der Schleifkörner

Abb. 4 Leerraum bei engster Lagerung der Schleifkörner

Im Grenzgebiet befindet sich das Polieren, das mit seinen Vorstufen noch in das Gebiet des Schleifens fällt, in seinen Hauptteilen ihm aber nicht mehr angehört. Wenn wir uns vor Augen halten, daß hinter jeder dieser Bezeichnungen ein besonderes Schleifwerkzeug, eine oder eine ganze Gruppe von Sonderschleifmaschinen, ja vielfach eine ganze Industrie steht, dann wird die große Bedeutung des Schleifens in technischer wie wirtschaftlicher Beziehung klar.

Das Gefüge der Schleifscheibe

R a u m b e z i e h u n g e n. Das Gefüge der Schleifscheibe baut sich aus Korn und Bindung auf. Die Bindungsfestigkeit, die die einzelnen Schleifkörner zusammenhält und dem Angriff der reißenden oder stoßenden Kräfte Widerstand zu leisten hat, heißt „Härtegrad" oder „Härte" der Schleifscheibe. Zwischen den einzelnen Schleifkörnern muß für die Bildung des Spanes genügend Raum: der Spanraum oder Porenraum, vorhanden sein. Der Einfachheit halber setzen wir voraus, daß die einzelnen Schleifkörner die Gestalt gleich großer Kugeln haben. Nun sind zwei Fälle einfachster Lagerung dieser Kugeln im Raume denkbar. Abb. 1 und 2 zeigen den Fall der kubischen Lagerung, Abb. 3 und 4 den Fall der engsten Lagerung. Im ersten Fall ist der Leerraum rund so groß, wie der von den Kugeln erfüllte. Er ist unabhängig von der Zahl und Größe der Kugeln, also in unserm Fall von der Korngröße. Beim Fall der engsten Lagerung verkleinert sich der Hohlraum bis auf nahezu die Hälfte des vorangehenden Hohlraumes. Er ist nicht mehr unabhängig von der Zahl

Abb. 5
Vergrößerung

Abb. 6
Sehr starke Vergrößerung

Abb. 5 und **6**
Oberfläche einer Schleifscheibe

Abb. 7 und **8**
Schleifspuren am Werkstück

und Größe der Kugeln, sondern verkleinert sich mit ihrer Zahl bis zu dem eben genannten Grenzwert. In Wirklichkeit wird sich ein zwischen beiden Fällen liegender Zustand ausbilden. Es ist aber immer zu beachten, daß mit sinkender Korngröße, also bei feinen Scheiben, der Porenraum sich rascher vermindert. Man wird also beim Schruppschliff von Werkstoffen, die einen fließenden Span bilden, beachten müssen, daß man bei mittel- und feinkörnigen Scheiben bald in das Gefahrgebiet kommt, wo nicht mehr genügender Spanraum zur Bildung des Spanes zur Verfügung steht und die Scheibe zum Zusetzen oder Verschmieren neigt[2]). Abb. 5 zeigt die Oberfläche einer zum Schruppen bestimmten Schleiffläche. Die hellen Teile zeigen die Vielzahl der regellos verstreuten Schneidspitzen und Schneidkanten, die dunkleren Teile sind die dazwischen liegenden Vertiefungen, die Spanräume. Abb. 6 gibt einen Teil der Oberfläche in stärkerer Vergrößerung. Jeder im Schnitt befindlichen Schneidspitze oder Schneidkante entspricht am Werkstück eine Schleifspur. Abb. 7 und 8 zeigen in 320facher Vergrößerung diese Schleifspuren am Werkstück. Sehr deutlich sind in Abb. 8 die Bruchstellen der Späne zu sehen.

Während des Schleifvorganges ist nun die Schleiffläche, die beim Beginn eine sehr genau laufende Umfläche hatte — sie sei mit Hilfe des Diamant-Abrichtwerkzeuges auf hundertstel oder Bruchteile von hundertstel Millimetern abgerichtet —, in fortwährender Umbildung begriffen. Unter der Einwirkung der vom Werkstück ausgeübten Kräfte, die in reißender oder stoßender Wirkung auftreten, stumpfen sich die einzelnen Schleifkörner oder splittern an den beanspruchten Spitzen und Kanten ab oder brechen in sich zusammen oder werden ganz aus ihrer Bettung herausgerissen. Wir stellen uns schematisch den Beanspruchungsvorgang am Schleifkorn gemäß Abb. 9 vor. Je stärker das Korn beansprucht wird, etwa durch eine große Spandicke oder durch einen Werkstoff von hoher Bearbeitungsfestigkeit, um so stärker muß es in seiner Bettung festgehalten werden. Dies kann man dadurch erreichen, daß man die Körner dicht aneinanderpreßt und sie gegeneinander abstützt, auch durch Zugabe von Stütz- oder Füllkörnern geringeren Durchmessers, oder dadurch, daß mehr von dem Bindemittel verwendet oder diesem eine erhöhte Festigkeit gegeben wird. Immer aber muß darauf Bedacht genommen sein, daß für die Spanbildung genüg freier Raum zur Verfügung steht. Damit ist nicht ges daß keine größere Gesamtschnittiefe, als etwa der hal Korngröße entspricht, bei einem Arbeitsgang verwe werden kann; denn wir müssen beachten, daß beim Schr pen in der Regel die seitlichen Teile der Schleifscheibe Hauptspanarbeit leisten, und hier kommen die einzel Schneidspitzen in Reihen übereinander zum Schnitt, Abb.

In Wirklichkeit hat das Schleifkorn keine Kugelgest sondern ist zur Erzielung einer Schneidwirkung mit ei Anzahl von Schneidspitzen und Schneidkanten mit oder ausgebuchteten, mehr oder minder wohl ausgebild kleinen Schneidflächen versehen.

F e s t i g k e i t s b e z i e h u n g e n. Welche Bezieh gen herrschen zwischen dem Span- oder Schleifdruck dem Korn hinsichtlich seiner Gestalt und seines Gefüg Auf das in Abb. 11 und 12 dargestellte Kornstück von Breite 1 und der Länge x entfällt bei einer gleichmä verteilten Pressung von p kg auf die Flächeneinheit Schnittdruck

$$R = 1\,x\,p \text{ kg} \quad \ldots\ldots\ldots$$

angreifend in der Entfernung $\frac{x}{2}$ von der Kornspitze. den durch Biegung gefährdeten Querschnitt mit Höh ergibt die Biegungsgleichung für den Schnittwinkel α Beziehung

$$\operatorname{tg} \alpha = 1{,}732 \sqrt{\frac{p}{k_b}} \quad \ldots\ldots\ldots$$

wenn k_b die Biegungsfestigkeit des Kornes ist, d. h. Kornwinkel ist abhängig von dem Verhältnis $\frac{p}{k_b}$. Er wä um so mehr, je mehr die spezifische Kantenpressung p i Biegungsfestigkeit k_b überwiegt. Die spezifische Kan pressung p ist nun unmittelbar abhängig von der schaffenheit des Werkstoffes. Je größer die Kan pressungen werden, etwa beim Schleifen von Stahl desto größere Kornwinkel sind erforderlich. Aber a bei Werkstoff geringerer Festigkeit, der wie Gußeisen geringe Fließ- und Dehnbarkeit aufweist, kann, wenn der Schnittdruck nahe der Kornspitze oder -schneide eine geringe Fläche verteilt, die Kantenpressung wach und damit die Gefahr der Zerstörung der Schnittk

[2]) Eine eingehendere Darstellung findet sich in meiner Veröffentlichung: „Beiträge zur Kenntnis des Schleifens", Maschinenbau Bd. 4 (1925) S. 875.

Abb. 9
Beanspruchung am Schleifkorn

Abb. 10
Seitlicher, stufenförmiger Schnitt der Schleifscheibe

Abb. 11 und 12
Beanspruchung einer Kornspitze

·ch Absplittern bei zu spitzigem Kornwinkel entstehen sen.

Das Bruchgefüge eines Schleifkornes, d. h. seine enschaft, mehr oder minder spitzige Kornwinkel zu len, und der Grad seiner Zähigkeit (Biegungsfestigkeit), emeiner seine Widerstandfähigkeit gegenüber reißen- oder stoßenden Kräften, sind somit entscheidend bei Auswahl der für die einzelnen Werkstoffarten best- igneten Schleifmittel. Die Klarstellung der hier ob- ltenden Beziehungen, die bis jetzt meist unbeachtet ge- ben sind, wird bei der Erzeugung bestimmter Eigen- aften bei den künstlichen Schleifmitteln eine erhebliche leutung gewinnen.

Mit der Frage: Welcher Art und wie groß ist die nspruchung des Schleifkornes im Verbande seiner Nach- körner, und wie wird sie aufgenommen? kommen wir ler brennenden Frage nach der Bestimmung des Härte- ades einer Schleifscheibe. Bis jetzt dürfte sie noch keine wandfreie Lösung gefunden haben, zum mindesten keine die Werkstatt brauchbare. Ich habe deshalb versucht, se Frage zu lösen, und glaube eine Lösung in dem in b. 13 bis 15 gezeigten Härteprüfer gefunden zu haben.

Abb. 13
Härteprüfgerät für Schleifscheiben

Abb. 14 und 15
Härteprüfgerät für Schleifscheiben

Der Konstruktionsgedanke geht von der einzig zuverlässigen Art und Weise, Scheiben zu prüfen, aus. Man drückt eine meißelförmige Schneide von Hand gegen die zu prüfende Schleifscheibe und sucht unter Hin- und Herdrehen einzelne Schleifkörner aus ihrer Bettung zu lösen. Die Größe des auf die Hand ausgeübten Widerstandes dient hierbei als Maßstab im Vergleich zu Musterstücken, die in ihrer Härteabstufung bekannt sind. Von dieser bekannten Prüfweise unterscheidet sich die vorgezeigte dadurch, daß die Größe der Kraftwirkung nicht gefühlsmäßig bestimmt, sondern durch die Zusammendrückung einer Feder und ihre Übertragung auf eine Meßtrommel unmittelbar gemessen wird. Selbstverständlich gibt diese Anordnung keine absoluten Werte, die Abstufung ändert sich schon unter dem Einfluß der verschiedenen Korngrößen, aber immerhin lassen sich mit dem Meßgerät nach einiger Einübung für die Praxis hinreichend genaue Ergebnisse erzielen.

Dieses Gerät wird neuerdings von den Diskus-Werken, Frankfurt a. M., in den Handel gebracht. Wenn es nun noch gelingt, ein Verfahren zu finden, das es ermöglicht, die Angaben des Härteprüfers auf ein Standmaß zu beziehen und zu prüfen — und es scheint, daß diese Aufgabe in Jena einer Lösung entgegenreift —, dann ist die Möglichkeit vorhanden, der Frage der Vereinheitlichung und Normung des Härtegrades von Schleifscheiben näherzutreten. Dann ist weiterhin die Möglichkeit gegeben, eine international gültige Härteskala aufzustellen.

Für diesen Fall schlage ich vor, die allgemein übliche Buchstabenbezeichnung zu verlassen zugunsten einer Zahlenreihe, Zahlentafel 1, von 24 Stufen derart, daß durch Stufen von 1 bis 4 das Gebiet der sehr weichen, von 5 bis 8 das Gebiet der weichen, von 9 bis 12 das Gebiet der mittelweichen, von 13 bis 16 das Gebiet der mittelharten, von 17 bis 20 das Gebiet der harten und von 21 bis 24 das Gebiet der sehr harten Schleifscheiben bezeichnet wird.

Der Schleifvorgang

Spanbildung. Im Gegensatz zu der Arbeitsweise des Stahlwerkzeuges erfolgt die Spanabnahme beim Schleifen durch das gleichzeitige Einschneiden einer Vielheit regellos gelagerter, kleiner Spitzen oder Schneiden in das Werkstück unter großer Geschwindigkeit.

Die mikroskopische Untersuchung der Spanbilder einer Reihe von spanbildenden wie von spröden Werkstoffen führt zu dem Ergebnis, daß die Schleifspäne eine überraschende Übereinstimmung mit Dreh-, Fräs- oder Hobelspänen zeigen. In Abb. 16 sind in natürlicher Größe die Späne dargestellt, wie sie beim Schleifen von Schmiedeeisen anfallen. Dieselben Späne sind in Abb. 17 und 18 mit 12facher und rd. 20facher Vergrößerung wiedergegeben. Abb. 19 und 20 zeigen einzelne gut entwickelte Schleifspäne, desgleichen Abb. 21 eine kennzeichnende Form in

Zahlentafel 1
Härtezahlenreihe, vorgeschlagen für die Normung von Schleifscheiben

	Sehr weich				Weich				Mittelweich				Mittelhart				Hart				Sehr hart			
gemeine rteskala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
orton	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	—	—

Abb. 16
Natürliche Größe

Abb. 17
12fache Vergrößerung

Abb. 18
20fache Vergrößerung

Abb. 16 bis 18 Schleifspäne von Schmiedeisen

Abb. 19

Abb. 20

Abb. 21

Abb. 19 bis 21
Einzelne, gut entwickelte Schleifspäne von Schmiedeisen

stärkerer, 30facher Vergrößerung. Lehrreich ist der Vergleich mit Schmiedeisenspänen, die mit dem Drehstahl gewonnen wurden, gemäß Abb. 22 und 23.

Schleifspäne von Gußeisen in Abb. 24 und 25, von Messing in Abb. 26 zeigen jeweils die kennzeichnenden Spanformen.

Schon Codron[3]) hat den tatsächlich sich abspielenden Schneidvorgang richtig erfaßt und beschrieben. In neuerer Zeit hat H. Klopstock sich mit der Untersuchung des Schneidvorganges bei der Dreh- und Hobelarbeit befaßt und Spanbilder veröffentlicht. Die Übereinstimmung mit den Spanbildern beim Schleifen ist

[3]) Codron, Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux, 1906 Bd. II.

Abb. 22 und 23
Drehspäne von Schmiedeisen

so groß, daß man die verschiedenen Bilder nur durc[h]
Größe des verwendeten Bildmaßstabes unterscheiden m[ö]

Es ist somit zu vermuten, daß für den Schleifvor[gang]
dieselben oder ähnliche Gesetze gelten, wie für den Sch[neid-]
vorgang beim Stahlwerkzeug.

Das Gesetz für den Schneidvorgang beim Drehe[n]
nach Klopstock ein Potenzgesetz, das innerhalb des h[aupt-]
sächlichsten Gebrauchgebietes einen sehr flachen Ve[rlauf,]
d. h. eine angenäherte Proportionalität zwischen Sc[hnitt-]
druck und Spanquerschnitt zeigt.

Schleifdruck und Spanquerschnitt. [Der]
Betrachtung werde gemäß Abb. 27 ein von einer senk[recht]
zur Papierebene sich bewegenden Kornspitze abgetre[nntes]
Spanelement unterworfen. Nach dem Vorgange [von]
Friedrich[4]) ist die Schnittarbeit für ein bestim[mtes]
Spanvolumen nicht nur von dem Spanquerschnitt, so[ndern]
auch von der Summe der Spanschnittflächen abhängi[g].

Die Rechnung führt den Schleifdruck P und den S[pan-]
querschnitt f zu der Beziehung

$$P = k f + \varkappa \sqrt{f} \quad \ldots\ldots$$

hierin ist k eine Ziffer, die den Widerstand für 1
Spanquerschnitt mißt, und $\varkappa$ eine Ziffer, die von der S[pan-]
gestalt abhängig ist, d. h. dem Verhältnis zwischen
schub und Schnittiefe und von dem Widerstand für 1
Spanschnittfläche.

Man erkennt, daß diese Gleichung eine Kurve dars[tellt,]
die durch den Ursprung geht und ihre hohle Seite
Abszissenachse zuwendet. Sie kann auch durch die
gende Form ersetzt werden:

$$P = a f^m = a (s\,t)^m \quad \ldots\ldots$$

[4]) Vergl. Z. Bd. 52 (1909) S. 860

Abb. 24 und 25
Gußeisen

Abb. 26
Messing

Abb. 24 bis 26. Schleifspanformen von Gußeisen und Messing

Wir finden also für das Schleifen dasselbe Gesetz, das Schneidvorgang beim Stahlwerkzeug regelt. Gleicherse erhält man für die Schnittleistung N bei der Schleifchwindigkeit v

$$N = a' v f^m = a' v (s t)^m \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Die Größen von k und $\varkappa$, m und a sind unbekannt. Es sich aber schon jetzt sagen, daß der sehr flache Ver der Schnittdruckkurven beim Schneidstahl, so daß ohne großen Fehler innerhalb des Gebrauchsgebietes Vernisgleichheit zwischen Schnittdruck und Spanquernitt zugrunde gelegt werden kann, beim Schleifen nicht landen ist.

Die Spanabnahme durch ein Stahlwerkzeug erfolgt in Praxis vielfach mit großer Spantiefe und kleinem Vorıb. Dies gilt beim Schleifen nur für Gußeisen und ähne Stoffe, nicht für Schmiedeisen und Stahl, wie schon lesinger festgestellt hat[5]). Die Erfahrung lehrt (die retische Begründung wird nachher gebracht), daß miedeisen und alle Werkstoffe, die einen fließenden n bilden, am günstigsten mit Geschwindigkeiten in der el von 30 bis 35 m/s geschliffen werden, während man Gußeisen und die spröden Werkstoffe nur etwa 18 bis ı/s wählen kann. Soll die Schleifmaschine in beiden en voll belastet werden, so geht damit die Spantiefe Schmiedeisen entsprechend der erhöhten Geschwindig etwa auf die Hälfte zurück. Da nun Schmiedeisen, genommen, den doppelten spezifischen Bearbeitungsrstand ausübt, wie Gußeisen, so ist wiederum die Span um den entsprechenden Betrag zu ermäßigen, für den , daß man beidemal denselben seitlichen Vorschub beiilt. Überschlägig ist somit unter der Voraussetzung r Belastung beim Schleifen von Schmiedeisen der der eifscheibe sekundlich zugeführte Spanquerschnitt auf vierten Teil des für Gußeisen zulässigen Spanquernittes herabzusetzen. Da nun die Erwärmung der ıeidenden Spitze mit zunehmender Schleifgeschwindig und besonders bei Werkstoffen, die bei der Spanbil eine erhebliche Verfestigung erleiden, verhältnismäßig h ansteigt, so ist es mit Rücksicht auf eine raschere meabfuhr notwendig, den seitlichen Vorschub bei niedeisen zu erhöhen und dafür mit der Spantiefe noch er herunter zu gehen. So erklärt es sich, daß beim uppen, also bei voller Belastung der Schleifmaschine, Spandicken bei Schmiedeisen und dergleichen nur ¼ $^1/_{10}$ derjenigen bei Gußeisen sind.

Schleifdruck und günstigste Schleifchwindigkeit. Während bei der Spanabnahme h ein Stahlwerkzeug Taylor und seine Nachfolger das handensein einer Beziehung zwischen Schnittdruck und nittgeschwindigkeit leugnen — auch Klopstock hat nur ganz geringe Beeinflussung festgestellt —, könnte doch den sehr erheblichen Geschwindigkeiten beim Schleifen merkbarer Einfluß auf den Schleifdruck vorliegen. Die ıältnisse sind noch nicht klargestellt.

[5]) Vergl. Schlesinger, Forschungsarbeiten des V. d. I., Heft 43.

Die günstigste Schleifgeschwindigkeit ist in erster und ausschlaggebender Linie abhängig von der Stoffart des Werkstückes. In zweiter Linie sind Beschaffenheit des Schleifkornes und der Querschnitt des abgenommenen Spanes maßgebend. Während bei der Spanabnahme durch ein Stahlwerkzeug die Schneidenbelastung gleichbleibend ist, treten beim Schleifen zusätzliche Beanspruchungen der Kornschnittkanten auf, weil die mit großer Geschwindigkeit bewegte Kornspitze rasch wechselnden Beanspruchungen unterliegt. Je nach den Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften, d. h. je nach der Härte und der Dehnung oder dem Vermögen, einen Span zu bilden, können sehr hohe Kantenbeanspruchungen auftreten, die sehr rasch das Schleifkorn und die Bindung zerstören und einen frühzeitigen Verschleiß der Schleifscheibe zur Folge haben. Eine zu hohe Schnittgeschwindigkeit kann sowohl ein Stumpfwerden der Körner bei kleinen Spänen als ein Zertrümmern des Kornes und der Bindung und damit eine erhebliche Beeinträchtigung der Schleifarbeit zur Folge haben. Besonders bei der Bearbeitung von spröden Stoffen sind der Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit, wenigstens bei den zur Zeit bekannten Schleifmitteln, recht enge Grenzen gezogen. Eine zu niedrige Umfangsgeschwindigkeit dagegen führt bei gleichbleibender Größe der zugeführten Leistung zu erhöhten Spandrücken, d. h. zur Überlastung von Korn oder Bindung oder von beiden zusammen und damit zu frühzeitigem Verschleiß der Schleifscheiben.

Die weiteren Untersuchungen erstrecken sich auf die Kraftwirkung, die das Schleifwerkzeug als Ganzes auf das Werkstück nach Größe und Richtung ausübt.

Beistelldruck und Umfangskraft. Soweit mir bekannt, hat der französische Ingenieur Codron 1902 erstmals das Ergebnis eingehender Versuche auf wissenschaftlicher Grundlage über die beim Schleifen auftretenden Fragen veröffentlicht. Er untersuchte als erster das Verhältnis zwischen Umfangskraft und Beistelldruck und bezeichnete den Wert

$$f = \frac{T}{Q} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

Abb. 27
Kornspitze im Eingriff
am Werkstück

Abb. 28
Kornspitze im Eingriff
am Werkstück

als „coefficient d'attaque", als „Schneidzahl", um die Schneidfähigkeit oder das Angriffsvermögen von Schleifscheiben untereinander vergleichen zu können.

Die Schneidzahl. Die für die Schneidzahl f zu erwartenden Größen ergeben sich aus folgender Betrachtung: Gemäß Abb. 28 schneide eine Kornspitze mit dem Spitzenwinkel α in das Werkstück ein. Aus Abb. 28 ergeben sich unmittelbar die Kornkräfte T, Q und R, wenn R die vom Werkstück unter Berücksichtigung der Spanreibung ausgeübte Kraft ist. ϱ sei der Reibungswinkel.

Es ist

$$f = \frac{T}{Q} = \operatorname{cotg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varrho\right) \quad \ldots \ldots \ldots (7).$$

Mit $\varrho = 16°$ finden wir:

für die Kornwinkel	$\alpha =$	30°	60°	90°	120°
	$f =$	1,664	0,966	0,554	0,249.

Für die Kornwinkel 60 bis 120° sind also Werte zwischen 1,0 und 0,25 zu erwarten. Im Gegensatz zu den Drehstählen werden beim Schleifen somit die Beistelldrücke ein Mehrfaches der Schnittdrücke betragen können.

Die Schneidzahl gibt jedoch kein zuverlässiges Mittel, um die für die jeweilige Bearbeitungsaufgabe bestgeeignete Schleifscheibe festzustellen, und keine Auskunft, mit welchem Verbrauch an Schleifmitteln eine hohe Schleifleistung erkauft wird. Und dies ist letzten Endes die wichtigste Frage für den Betriebsmann.

Güteziffer. Nach dem heutigen Stand der Technik läßt sich die Frage nach der wirtschaftlichsten Schleifscheibe, also die Bestimmung der Gütezahl einer Schleifscheibe, nur auf Grund folgender Überlegung lösen: Man wird einer Schleifscheibe eine um so höhere Wirtschaftlichkeit zuschreiben, je größer die Schleifleistung S in der Zeiteinheit, je geringer der Schleifmittelverbrauch V in der Zeiteinheit und je kleiner der Arbeitsaufwand A für Zerspanung in der Zeiteinheit ist. Man wird also, wenn man das Maß für die Wirtschaftlichkeit einer Schleifscheibe oder ihre Gütezahl mit η bezeichnet, schreiben können:

$$\eta = c \frac{S}{V A} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (8).$$

Wir nehmen nun an, daß entsprechend den Versuchen der Firma Mayer & Schmidt, Offenbach a. M., irgend eine Beziehung zwischen Schleifmittelverbrauch und -arbeitsaufwand besteht, und setzen also:

$$V = f(A).$$

Damit wird

$$\eta = c \frac{S}{f(A) A}.$$

Legen wir nun in erster Annäherung ein Hyperbelgesetz — mit wachsendem V werde A kleiner — zwischen den Größen V und A zugrunde, schreiben wir also:

$$V A^n = k$$

oder

$$V = \frac{k}{A^n},$$

so wird

$$\eta = \frac{c S}{\frac{k}{A^n} A} = c' \, S \, A^{n-1} \quad \ldots \ldots \ldots (9).$$

Entscheidend ist in dieser Gleichung der Exponent n.

Abb. 30

Abb. 31

Abb. 32

Abb. 30 bis 32
Veränderlichkeit der Spandicke mit Werkstückgeschwindigkeit w, Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe v und Zustellung der Schleifscheibe t

Abb. 29
Rundschleifscheibe im Eingriff am Werkstück

Grundgleichung für den Schleifv
gang. Während der sehr kurzen Zeit, in der sich
Span bildet, beim Rundschliff etwa in 1/10000 Sekunde, w
sen die Schnitt- und Beschleunigungsarbeiten, bezogen
die Gewichteinheit der Werkstoffe, zu hohen Beträgen
Da außer dem spezifischen Druck auch die Geschwi
keit, mit der der Span abfließt, sehr viel höher ist als
Stahlwerkzeug, so werden auch die Reibungsarbeiten
die Kornflächen auf Abnutzung beanspruchen, sehr
höher als beim Stahlwerkzeug sein. Dabei ist ganz
gesehen von dem Einfluß einer etwaigen Materia
festigung beim Schleifen.

Wir sehen also, daß sowohl hinsichtlich der stati
und dynamischen Festigkeit, der Wärmeverhältnisse
der Oberflächenbeanspruchung eine sehr hohe
fische Anstrengung des Kornes vorhanden ist. Dies
in erster Linie abhängig von der Spandicke. Wir
men also dazu, der Spandicke eine überragende
beim Schleifvorgang zuzuschreiben. Welche Größen
einflussen nun maßgebend die Spandicke?

Bezeichnet in Abb. 29 (für den Rundschliff gülti

- R den Halbmesser der Schleifscheibe in mm,
- r den Halbmesser des Werkstückes in mm,
- s den seitlichen Vorschub für eine Werkstück drehung in mm,
- t die Zustellung in mm,
- w die Werkstückgeschwindigkeit in m/s,
- v die Schleifscheibengeschwindigkeit in m/s,
- x die Spandicke in mm,

so gilt für die Spandicke die Beziehung

$$x = \left(\frac{2 R}{\sqrt{r}} + \sqrt{r}\right) \sqrt{1 + \left(\frac{s}{2 \pi r}\right)^2} \sqrt{t} \, \frac{w}{v} \quad \ldots$$

Aus dieser Grundgleichung für den Schleifvorgan
gibt sich eine Reihe wichtiger Erkenntnisse und
stellungen für den Betrieb über den Einfluß der
zelnen Betriebsgrößen.

Werkstückgeschwindigkeit. Steigt
sonst gleichen Verhältnissen die Werkstückgeschwindi
so wächst im selben Verhältnis die Spandicke, wie Ab
zeigt. Es liegt nahe, zu glauben, daß, um zu größte
zeugung zu gelangen, man nur die Werkstückgeschwi
keit zu steigern brauche. Diese Voraussetzung würde
da im selben Verhältnis ja auch die Anstrengung des
nes und damit der Bindung wächst, zu sehr harten Sc
scheiben führen, die erfahrungsgemäß einen Grö
brauch an Kraft zeigen und die Maschine am höchste
anspruchen. In der Regel ist die Leistungssteigerung
scheinbar, da der Vorteil beim Schruppen durch den M
aufwand beim Schlichten, durch den erhöhten Kraftb
und die erhöhte Abnutzung der Maschine in sein G
teil verkehrt wird. Hier sind also Grenzen gezogen.
wird die größte Erzeugung eher mit weicheren Sc
scheiben und mittlerer Werkstückbewegung erreiche

[6] Vergl. den Aufsatz des Verfassers: Beiträge zur Kenntn
Schleifens, „Maschinenbau" Bd. 4 (1925) S. 875 u. f.

Abb. 33 Abb. 34 Abb. 35 Abb. 36

Abb. 33 bis 36
Veränderlichkeit der Spandicke mit Seitenverschub s, Werkstückhalbmesser r, Schleifscheibenhalbmesser R sowie mit abnehmendem Schleifscheibenhalbmesser R und gleichzeitig abnehmender Schleifscheibengeschwindigkeit v (Abb. 36)

Ist die Werkstückgeschwindigkeit und damit die Spanicke zu groß, so kann der Span nicht entweichen, er preßt .ch in den Poren fest, die Schleiffläche ist verschmiert und n Schneiden unmöglich gemacht. Die Schleifscheibe „rennt", d. h. sie erzeugt vorwiegend Reibungswärme, istet aber keine Schneidarbeit. Ist die Werkstückgehwindigkeit und damit die Spandicke zu klein und das chleifkorn nicht zäh genug, so bricht bei diesem die Spitze, er Kornrest wird bald stumpf geschliffen, die Schleifheibe zeigt einen stumpfen Glanz und brennt ebenfalls, . h. sie erzeugt vorwiegend Reibungswärme ohne Schneidrbeit. Zu hohe Werkstückgeschwindigkeit bei weicher cheibe verursacht außerordentlich raschen Scheibenverrauch.

Beim Feinschleifen sind die abzunehmenden Spänchen ehr gering. Es ist deshalb verständlich, daß die die Spanicke beeinflussenden Faktoren hier wirkungslos bleiben. [an kann deshalb feine Schleifarbeit erzielen mit ganz ngsamen und ganz raschen Werkstückgeschwindigkeiten, it ganz groben und ganz feinen, breiten und schmalen chleifscheiben; sie hängt in erster Linie von der Gehicklichkeit des Arbeiters und seiner Sorgfalt beim Abchten seiner Schleifscheibe ab.

Die Regelung der Werkstückgeschwinigkeit ist das wichtigste Mittel zur Beeinflussung des chneidvorganges und hat den größten Einfluß auf die irtschaftliche Ausnutzung der Schleifmaschine. Es ist eshalb notwendig, daß diese mit einer rasch zu betätigenen, innerhalb weiter Grenzen möglichst feinstufigen Einchtung zur Regelung der Werkstückgeschwindigkeit verehen ist.

Schleifscheibengeschwindigkeit. Die ndläufige Meinung ist, daß mit wachsender Umlaufzahl er Schleifscheibe die Schleifleistung steigt. Dies ist wenigens für das maschinelle Schleifen irrig. Die Größe der panabnahme in der Zeiteinheit beim Rundschliff ist nur bhängig von der Größe der Zustellung, der Schleifscheibeneite, der Werkstückgeschwindigkeit und dem seitlichen orschub in der Zeiteinheit. Die Größe der Schleifscheingeschwindigkeit hat nichts unmittelbar mit der Größe er Schleifleistung zu tun. Sie beeinflußt in erster Linie e Dicke der Einzelspäne, und zwar derart, daß mit zuehmender Schleifscheibengeschwindigkeit die Spandicke nkt, und zwar nach dem Gesetz einer Hyperbel, Abb. 31.

Es ist uns jetzt verständlich, warum man Werkstoffe on höherer Bearbeitungsfestigkeit wie Schmiedeisen und tahl mit erhöhten Geschwindigkeiten schleift und am esten mit Korund, der noch genügend Zähigkeit hat, um em Spandruck zu widerstehen, wo das spröde Siliziumarbid, das an sich eine größere Oberflächenhärte haben ag, zusammenbricht.

Mit der fortschreitenden Abnutzung der Schleifscheibe itt eine erhebliche Verringerung der Scheibengeschwinigkeit und damit Zunahme der Spandicke und Beanspruung der Schleifscheibe ein[7]). Wird dieser Umstand nicht urch Erhöhung der Umlaufzahl oder eine der Maßnahmen, ie eine Verminderung der Spandicke hervorrufen, ausglichen, so kann ein erheblicher Scheibenverbrauch eineten. Es ist deshalb vorzuziehen — und die Entwickng der Schleiftechnik scheint diese Richtung zu nehmen -, das Scheibenmaterial nahe dem Umfange zusammenzurängen und die Kranzschleifscheiben zu entwickeln. Damit ist auch eine Vereinfachung im Antrieb und Bau der Maschine verbunden, da nunmehr eine einzige Schleifgeschwindigkeit genügt.

Schnittiefe[8]). Wachsender Schnittiefe entsprechen nicht im gleichen Verhältnis, sondern gemäß Abb. 32 langsamer wachsende Spandicken. Die Spanabnahme ist also nicht der Zustellung verhältnisgleich — wir sehen dabei ab von dem Einfluß der elastischen Nachgiebigkeiten in der Maschine —, und es ist damit unmöglich, die Erzeugung durch Erhöhung der Schnittiefe über ein gewisses Maß noch weiter steigern zu wollen.

Seitenvorschub. In der Grundgleichung bringt der Wurzelwert

$$\sqrt{1+\left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2} = \sqrt{1+\left(\frac{n\,b}{2\pi r}\right)^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (11),$$

worin b die Breite der Schleifscheibe in mm ist und n ein Bruchteil der Scheibenbreite, der zur Zeit bis 1 gewählt wird, den Einfluß des Seitenvorschubes und der Schleifscheibenbreite zum Ausdruck. Er ist bei großen Werkstückdurchmessern und schmalen Schleifscheiben recht gering, wächst aber bei kleinen Werkstückdurchmessern und breiten Schleifscheiben. Abb. 33 gilt für ein Arbeitsbeispiel von $r = 50$ mm und $n = 1$. Beim Schruppen arbeitet man mit möglichst großen Seitenvorschüben unter Verwendung von breiten Schleifscheiben, was natürlich entsprechend kräftig gebaute Maschinen voraussetzt. Die wirtschaftlichste Ausnützung der Schleifmaschine erreicht man mit einem Seitenvorschub, der der vollen Scheibenbreite nahezu gleich ist, und einer entsprechenden Werkstückgeschwindigkeit. Dies gilt für das Schruppen wie für das Feinschleifen, soweit unter letzterem eine handelsübliche Güte des Schliffes verstanden wird. Für sehr feine Schleifarbeiten bedarf diese Regel einer Berichtigung durch Verkürzen des Seitenvorschubes.

Werkstückdurchmesser. Der Einfluß der Veränderlichkeit des Werkstückdurchmessers ist überraschend. Wie aus Abb. 34 hervorgeht, nehmen die Spandicken mit zunehmendem Durchmesser ab, und zwar nach einer Hyperbel, so daß im Gebiete der kleinen und kleinsten Werkstückdurchmesser kleinen Durchmesseränderungen sehr große Änderungen der Spandicke entsprechen, während umgekehrt im Gebiete der großen Werkstückdurchmesser die Durchmesseränderungen nur einen geringen Einfluß ausüben. Im Gebiete der mittleren Durchmesser nehmen die Spandicken mehr gleichmäßig mit zunehmendem Werkstückdurchmesser ab. Wir begreifen jetzt, daß bei großen Werkstückdurchmessern, wie wir sie beim Schleifen von Walzen, Kalandern und dergleichen haben, die Durchmesseränderungen einen geringen Einfluß auf den Schleifvorgang, damit auf die richtige Scheibenwahl haben, während umgekehrt für das Gebiet der sehr kleinen Durchmesser, etwa bei dünnen Wellen, Spindeln, Stiften, Nadeln und dergleichen, die bekannte Empfindlichkeit in der Wahl der richtigen Schleifscheibe und die Störungen bei einer nicht ständig gleichbleibenden Scheibengüte nunmehr klargestellt sind.

[7]) Vergl. Werkstattstechnik Bd. 20 (1926) S. 310.

[8]) Den vom Drehen übernommenen Begriff „Schnittiefe" gibt es bei der Schleifmaschine eigentlich gar nicht. Es sollte nur von „Spandicke" im Sinne dieser Abhandlung und von „Zustellung" gesprochen werden. (Vergl. Maschinenbau Bd. 4 (1925) S. 878 u. f.) Man hat zu unterscheiden zwischen der
Spandicke als Dicke des Einzelspanes,
„ „ Größe der Durchmesserverminderung bei einem Arbeitsgang der Schleifscheibe,
„ „ Größe der Durchmesserverminderung vom Schleifbeginn bis zum Ausschleifen. Sie ist gleich der „Zustellung" der Schleifscheibe und gleich dem „Uebermaß".

Schleifscheibendurchmesser. Abb. 35 zeigt, daß die Spandicken im gleichen Verhältnis zunehmen, wie die Schleifscheibe größer wird, und umgekehrt nehmen die Spandicken mit abnehmendem Schleifscheibendurchmesser ab. Es ist vorteilhaft, mit großem Scheibendurchmesser zu arbeiten[9].

Mit fortschreitender Scheibenabnutzung nimmt auch die Scheibenumfangsgeschwindigkeit ab. Wir sehen, daß dadurch die Spandicken steigen. Beide Faktoren, Durchmesserverminderung und Scheibengeschwindigkeitsabfall, wirken also einander entgegen. Es ist nun die Frage, welcher Einfluß überwiegt. Die Rechnung führt zu einer Kurve mit hyperbolischem Charakter. Den Verlauf dieser Gleichung zeigt Abb. 36. Nutzt sich also eine Schleifscheibe fortschreitend ab und wird diese Durchmesserverminderung nicht durch die entsprechende Erhöhung der Umlaufzahl der Schleifscheibe ausgeglichen, so ist eine fortschreitende Zunahme der Spandicke und damit der Beanspruchung der Schleifscheibe die Folge. Die Beanspruchungssteigerung und damit auch der Scheibenverbrauch verläuft bei großen Schleifscheibendurchmessern erst langsam, im Mittelgebiet rascher und sehr rasch bei kleinem Scheibendurchmesser.

Zusammenfassung der zu lösenden Aufgaben

I. Aufgabengruppe der Schleifmittel

a) Klasseneinteilung der einzelnen Schleifmittel hinsichtlich
   1. Stofflichen Aufbaues und Reinheitsgrades
   2. spezifischen Gewichtes
   3. Bruchform
   4. Kristallsystems
   5. Oberflächenbeschaffenheit
   6. Oberflächenhärte
   7. Festigkeit, Zähigkeit, Spaltbarkeit
   8. optischer Eigenschaften, Farbe
   9. Wärmeleitfähigkeit und spezifischer Wärmeaufnahme
   10. Herstellverfahren
   11. Verhalten beim Aufbereiten
   12. Eignung für die verschiedenen Bearbeitungsweisen und Werkstoffe.

b) Entwicklung von Prüfverfahren für:
   1. das Verhalten des Schleifkornes gegenüber der Einwirkung von stoßenden oder reißenden Kräften, Festigkeit, Zähigkeit, Sprödigkeit, Spaltbarkeit, Härte;
   2. die Oberflächenbeschaffenheit: Glätte, Oberflächenhärte, Spitzen- und Kantenentwicklung;
   3. die Raumfüllungsziffer im losen und gebundenen Zustande, für den Spanraum.

c) Beeinflussung des Korngefüges hinsichtlich seiner Kristallisationsform, seiner Kohäsionseigenschaften hinsichtlich einer Anpassung an den Schleifzweck.

d) Beeinflussung der Korngestalt hinsichtlich der Erzeugung rundlicher Kornformen, glatter Flächen, scharfer Schneiden und Kanten, Anpassung der Kornformen an verschiedene Werkstoffe durch chemische und physikalische Mittel.

e) Schaffung neuer Schleifmittel in dem Gebiet zwischen Korund und Diamant.

f) Untersuchung der mechanischen Aufbereitverfahren (Brechen, Mahlen, Pochen) zwecks Erhaltung günstigster Korngrößen und Korngrößenanteile.

g) Untersuchung der Vorgänge beim Sieben und Schlämmen.

h) Normung der Korngrößen.

II. Aufgabengruppe des Schleifwerkzeuges

a) Technologie der Bindungen:
   1. Zementbindung
   2. Silikatbindung
   3. Harz- und Gummibindung
   4. keramische Bindungen.

b) Frage der Spannungsermittlung in Schleifschei[...], Betriebsicherheit der Schleifscheiben, Aufspa[...]mittel und Schutzvorrichtungen.

c) Härtegrad, Untersuchungsmittel, allgemeine Hä[...]skala.

d) Schleifräder als Ersatz für Sandsteine.

e) Konstruktive Entwicklung der Schleifwerkzeu[...]

f) Normung der Schleifwerkzeuge.

III. Aufgabengruppe der Schleifmaschi[...]

a) Ausbildung des elektrischen Einzelantriebes.

b) Ausbildung der Antriebmittel für die Werkst[...]bewegung.

c) Schaffung von Auswuchtmitteln während des [...]triebes.

d) Untersuchung der Starrheit und Schwingun[...]festigkeit bei Schleifmaschinen.

e) Aufstellung von Energiebilanzen für die einzel[...] Schleifmaschinenarten.

f) Entwicklung von halb- und vollautomatisch[...] Schleifmaschinen für Sonderzwecke.

g) Entwicklung von Meßgeräten und Abrichtwe[...]zeugen in dauernder oder loser Verbindung [...] der Maschine.

h) Kritik der Spannmittel für die Schleifwerkze[...] und der Schutzvorrichtungen.

i) Entwicklung der Aufspannmittel für die We[...]stücke.

IV. Aufgabengruppe bei der Anwendu[...] von Maschine und Werkzeug, d. [...] bei dem Schleifvorgang

a) Vorgänge bei der Spanbildung.

b) Feststellung der beim Schleifen auftreten[...] Kräfte nach Größe und Richtung beim Rundsch[...] und Flächenschliff.

c) Einfluß des Schleifdruckes auf das Gefüge [...] Korn und Schleifscheibe, Vorgänge bei der [...]nutzung der Schleifscheibe.

d) Ermittlung der günstigsten Schleifgeschwindig[...] für die verschiedenen Werkstoffarten.

e) Gibt es eine Gütezahl für Schleifscheiben?

f) Läßt sich für den Schleifvorgang eine Gru[...]gleichung aufstellen, in der die hauptsächlichs[...] Betriebsgrößen maßgebend auftreten? Na[...]prüfung dieser Gleichung.

g) Vorbereitung der Werkstücke für das Schleif[...] Wirtschaftlichkeit des Schleifens.

h) Genauigkeits- und Feinheitsgrade geschliffe[...] Flächen, Untersuchungsmittel.

i) Frage der Bearbeitungsfestigkeit der verschieden[...] Werkstoffe, Werkstoffverfestigung beim Schleif[...]

k) Einfluß der Kühlmittel.

Schlußbetrachtung

Zum Schluß bleibt noch eine mit der wichtigs[...] Aufgabengruppen übrig: Die Aufgabengrupp[...] des Menschen. In keinem Zweige des We[...]zeugmaschinenbaues sind die zu lösenden Aufga[...] so zahlreich, so schwierig, so vielfältig und so k[...]spielig wie beim Schleifen. Einzelne oder einige kön[...] sie nicht lösen. Es bedarf der Zusammenarbeit al[...] beteiligten Kreise, der Erzeuger so gut wie der V[...]braucher. Vor dem Anwenden, d. h. dem Anwenden [...] seiner wirtschaftlichsten Form, muß immer das Erkenn[...] stehen. Deshalb können wir der Forschung und der [...]kenntnis der Wissenschaft nicht entbehren, weder der A[...]beit in den Materialprüfanstalten, in den Laborator[...] und auf den Versuchständen der Technischen Hochschul[...] noch an den Forschungsstätten der Universitäten. Die [...]triebe müssen mit ihren Erfahrungen herauskommen u[...] Kleinlichkeit und Geheimniskrämerei abtun. Fachpre[...] und Fachorganisationen müssen den Ring schließen mit d[...] noch fehlenden fachwissenschaftlichen Zusammenarbeit d[...] deutschen Schleiftechniker. [B 290]

---

[9] Vergl. den Aufsatz des Verfassers: Abnutzungsverhältnisse einer Schleifscheibe, „Werkstattstechnik" Bd. 20 (1926) S. 310 u. f.

Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerken

Von Werkdirektor Bardtke, Wittenberge

etragen in der Fachsitzung „Betriebstechnik" anläßlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg am 30. Mai 1927

Die Umstände, die zum Übergang von handwerksmäßiger auf fabrikartige Arbeit in den Eisenbahnwerkstätten geführt haben — Holzvorratbau, verschiedene Beispiele für die frühere und die jetzige Arbeitsweise und die erzielten Ersparnisse — Die bei der maschinellen Herstellung der Holzvorratsteile verwendeten Schablonen, Lehren und Vorrichtungen aller Art — Förderwesen und Vorrichtung für Stapelung der Bretter — Anstreichmaschine

ie Werkstätten der Reichsbahn sind reine Ausbesserungswerkstätten, in denen die Fahrzeuge, Lokomotiven und Wagen, nicht neu hergestellt, ern nur unterhalten und instandgesetzt werden. Die e Verschiedenheit der auszubessernden Einzelteile, von n selten größere Mengen gleicher Bauart gleichzeitig earbeiten sind, hatte zur Folge, daß früher die Arbeit n Eisenbahnwerken mehr handwerksmäßig als fabrikwar. Die Teile wurden einzeln ausgebaut, bearbeitet neu angefertigt und dann wieder an demselben Fahreingebaut. Dies verursachte nicht nur lange Aus-rzeiten, in denen die Fahrzeuge dem Betrieb entzogen len und nutzlos Verzinsung und Abschreibung kostesondern bewirkte auch höchst unwirtschaftliches Arn der Arbeiter und der Maschinen.

In den letzten Jahren hat sich eine vollkommene Umllung der Arbeitsverfahren in den Eisenbahnwerken ogen. Durch Normung der Einzelteile und durch Verg der Fahrzeuge auf die einzelnen Werke derart, daß immer nur bestimmte Bauarten von Lokomotiven Personenwagen oder nur Güterwagen zugeteilt wurerzielt man, daß Einzelteile gleicher Art in größerer ;e auszubessern oder zu erneuern waren. Infolgen konnte man auch zum Vorratbau von Ersatzteilen ehen. Die Fahrzeuge brauchten nicht mehr auf die erherstellung oder Erneuerung der ausgebauten Teile arten, sondern konnten in kürzester Zeit mit Vorratsaus den Lagern wieder betriebfähig gemacht werden. rseits war es auch nicht mehr nötig, die ausgebauten einzeln in Arbeit zu nehmen, sondern es wurde mögReihen- und Fließarbeit einzuführen und die Arbeitslren durch Unterteilung der Arbeiten und Sonderausg der Arbeiter wirtschaftlicher zu machen. Als man ßlich die Bearbeitung bestimmter Teile für mehrere e in einzelnen Zentralwerkstätten, z. B. Rotgußreien, Kupplungswerkstätten, Bremsventilwerkstätten Holzbearbeitungswerkstätten zusammenfaßte, gelangte man zu Massenfertigungen, die außerordentlich wirtschaftliche fabrikmäßige Arbeitsverfahren zuließen.

Ganz besonders großen Umfang nahm die Massenfertigung in den Holzbearbeitungswerkstätten an, weil Holzteile und einbaufertige Bretter am häufigsten ersatzbedürftig sind. So verarbeitet zum Beispiel das Eisenbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge monatlich etwa 2500 Festmeter Holz für Holzersatzteile und einbaufertige Bretter, mit denen es fünf andre Ausbesserwerke und eine größere Anzahl von Betriebwagenwerken und Bahnmeistereien außer dem eigenen Bedarf beliefert. Der Monatsbedarf wird von diesen nach einer Liste aller Vorratsteile angefordert. Im Laufe der Zeit hat sich hierbei eine gewisse Regelmäßigkeit eingestellt, so daß es der Holzbearbeitungswerkstatt möglich wurde, die verschiedenen Teile in größeren Mengen, wie sie dem mittleren Bedarf entsprachen, in Arbeit zu nehmen und einem Vorratlager zuzuführen, von dem aus die Belieferung der andern Werke erfolgte, ohne daß dies Vorratlager zu groß und unwirtschaftlich wurde. Auf diese Weise können z. B. 1000 bis 1200 Fensterrahmen, 200 bis 300 Dachspriegel, 1200 bis 1500 Rungen für Heu- und Strohwagen usw. gleichzeitig in Arbeit gegeben werden.

Der Erfolg war beste Ausnutzung der Rohstoffe durch Verminderung des Abfalls, bedeutende Verringerung der Lohnkosten, beste Ausnutzung der Maschinen und größte Genauigkeit der Arbeit. Die Mittel hierzu waren gänzliche Ausschaltung aller Handarbeit außer beim Zusammenbau und Übergang zu reiner Maschinenarbeit durch Anwendung von Lehren und Schablonen, Vereinfachung und Verringerung der Arbeitsvorgänge durch Bau geeigneter Vorrichtungen, genaue Festlegung der Arbeitsverfahren durch umfassende Arbeitsvorbereitung, Vereinfachung der Handgriffe zur Bedienung der Maschinen, Fließarbeit und genaue Zeitermittlungen mittels Stoppuhr.

Während früher der Arbeiter die Stücke für den Ersatzteil aus den vollen Bohlen und Brettern der Rohware

Abb. 1
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

Abb. 2
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 1 und 2
Herstellung von Fensterrahmen für Eisenbahnwagen

Abb. 3
Spannrahmen für Fenster und Abortdeckel

oder aus dem verwertbaren Abfall früherer Arbeiten herausschnitt, wird jetzt die Rohware nach bestimmten Normen so aufgeschnitten, daß nur wenig Abfall entsteht. Es wird schon bei der Beschaffung der Hölzer versucht, sich den Normen der Sägewerke für die Rohware anzupassen, um diese Handelsware preiswert einzukaufen. Wenn das nicht immer möglich ist, so liegt es an der Eigenart der Abmessungen für Eisenbahnzwecke. Es wäre deshalb zu wünschen, daß die Sägewerke sich bei dem Einschnitt auf diese Anforderungen einrichten, was bei dem großen Bedarf der Reichsbahn wohl möglich erscheint.

Die aufgeschnittenen Hölzer werden ohne das früher übliche Vorzeichnen den Maschinen unmittelbar zugeführt und nach Schablonen so bearbeitet, daß höchste Genauigkeit der Arbeit erzielt wird und Fehlstücke, die früher häufig durch ungenaues Anreißen oder durch mangelhafte Angaben über die Ausführung entstanden, vollkommen vermieden werden. Wie die Arbeit auf den Maschinen im Fließgang bis zur Fertigstellung oder bis zum Zusammenbau der Einzelteile vor sich geht und welche verschiedenartigen Vorrichtungen sich dabei erfolgreich anwenden lassen, soll an einigen Beispielen gezeigt werden. Dabei soll gleichzeitig angegeben werden, in welchem Ausmaß sich die Lohnkosten infolge der neuen Arbeitsverfahren verringert haben. Leider ist es nicht möglich, die nicht geringeren Ersparnisse zu erfassen, die durch bessere Ausnutzung der Rohstoffe und der Maschinen erzielt werden.

Als Beispiel sei zunächst die Herstellung von Fe[...] rahmen gewählt, die für die Eisenbahnwagen viel gebr[...] werden. Abb. 1 zeigt die früher erforderlichen Arbeit[...] gänge. Man sieht links den fertigen Fensterrahmen [...] die Rahmenhölzer, aus denen er zusammengesetzt wird[...] Zapfen, Schlitze und Einschnitte wurden mit Winke[...] Schmiege und Reißmaß angerissen, dann wurden [...] Schlitze mit der Bandsäge eingesägt, der Falz au[...] Fräsmaschine wurde ausgeschlagen und die sc[...] Kante mit dem Handhobel angestoßen, worauf die Ra[...] auf der Hobelbank zusammengespannt, mit dem Winke[...] ausgerichtet, verleimt und mit dem Handhobel ve[...] wurden. Die Lohnkosten betrugen im Mittel 1,50 ℳ fü[...] verschiedenen Größen.

Nach dem heutigen Arbeitsverfahren werden die [...] menhölzer mit Lehren genau auf die Länge zugeschn[...] maßhaltig gehobelt und erhalten den Schlitz nach ei[...] baren Lehren auf einer Schlitzmaschine, worauf der Z[...] in einem Arbeitsgang auf der folgenden Maschine [...] gearbeitet wird, Abb. 2. In gleicher Weise erfolg[...] Fräsen des Falzes und das Abfasen der Rahmenhölz[...] einem einzigen Arbeitsgang auf der Fräsmaschine mit[...] reren aufeinandergesetzten Fräsern. Zusammenges[...] werden die Fenster in besondern Spannvorrichtunger[...] denen man durch Umlegen exzentrischer Hebel oder [...] Spannschrauben die Rahmen ohne Ausrichten winke[...] zusammenspannen kann, Abb. 3. Nach dem Verl[...] werden sie auf einer Schleifmaschine abgeputzt. Die L[...] kosten haben sich um etwa 87 vH auf 0,20 ℳ ermäßi[...]

Ähnlich werden Fenster andrer Art, Bremsersitz[...] dergl. hergestellt; auch hier beträgt die Lohnersp[...] durchschnittlich 80 bis 85 vH.

Ein andrer Ersatzteil, der früher sehr zeitraub[...] Anreißen und umständliche Bearbeitung mit der Ha[...] forderte, Abb. 4, ist der Abortsitz. Er wird aus [...] Querstück und zwei Seitenstücken zusammengesetzt. [...] Anreißen erfolgte mit Winkel, Schmiege und Reißma[...] Zapfen wurde auf der Fräsmaschine mit dem Säg[...] angeschnitten und mit der Bandsäge ausgesägt. Die Za[...] löcher wurden auf der Langlochbohrmaschine ausge[...] nachgestemmt wurden sie mit der Hand; die Gehr[...] fuge wurde mit der Bandsäge angeschnitten. Nun [...] das Aussägen der äußeren Form mit der Bandsäge un[...] Ausrunden der Kanten mittels Fräsers, bevor die Stück[...] sammengesetzt und verleimt wurden. Schließlich [...] die innere Form angerissen, ausgeschnitten und mi[...]

Abb. 4
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

Abb. 5
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 4 und 5
Herstellung von Abortsitzen für Eisenbahnwagen

Abb. 6
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

Abb. 7
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 6 und 7
Herstellung der Dachspriegel für Eisenbahnwagen

Abb. 9
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

Abb. 10
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 9 und 10
Herstellung für Einsteckrungen für R-Wagen

nd zur Abrundung der Kanten bearbeitet werden. Die nkosten betrugen hierbei 4,50 ℳ für den Abortsitz.

Bei dem neuen Verfahren, Abb. 5, entfällt das Anreißen l Vorzeichnen. Die Zapfen und Gehrungsfugen werden bei den Fensterrahmenstücken mit Fräsmaschinen und ndsägen nach Schablonen, die Dübel und Zapfenlöcher h Lehren durch Langlochbohrmaschinen und Kettenmaschinen ohne Nacharbeit mit der Hand herausgearet. Die innere Ausrundung wird hergestellt, bevor die zelteile auf der Spannvorrichtung, Abb. 3, zusammenetzt werden. Die äußere Form wird mit dem Abrunden Kanten in einem Arbeitsgang auf der Fräsmaschine h Schablone bearbeitet. Zum Schluß wird für den nmiring noch eine schmale Schwalbenschwanznut nach ablone eingefräst. Diese Nut konnte früher nur in sehr nsamer Handarbeit hergestellt werden, weshalb der nmiring meist nur aufgeleimt wurde; dabei fand er irlich keinen festen Halt. Das neue Verfahren ist ser und beansprucht doch nur 0,98 ℳ Lohnkosten.

Umfangreiche Handarbeit erforderte früher die Herlung der Dachspriegel, Abb. 6. Nach dem Vorzeichnen

Abb. 8
Abrichten des äußeren Bogens des Dachspriegels auf der Fräsmaschine

Abb. 11
Herstellung von Leisten für Wagentüren in Massenfertigung

Abb. 12
Kleine Ersatzteile aus Abfallstücken

Abb. 13
Herstellung von Pflöcken zum Verpflocken von Holzschraubenlöchern

und Ausschneiden aus der Bohle konnte maschinell nur das Hobeln und Abrichten der beiden ebenen Seiten stattfinden, während das Abrichten des Innen- und Außenbogens und das Abrunden der Kanten mit der Hand ausgeführt werden mußte. Die Lohnkosten betrugen 1,80 ℳ.

Nach dem heutigen Arbeitsverfahren, Abb. 7, wird auch der innere und der äußere Bogen maschinell nach Schablone bearbeitet, die andern Arbeitsvorgänge sind geblieben, erfordern aber bei Massenfertigung viel weniger Zeit als früher bei Einzelfertigung, so daß die Lohnkosten auf 0,16 ℳ gesunken sind. Hier tritt ganz besonders der Vorteil der Massenfertigung und sein Einfluß auf die Preisbildung in Erscheinung neben dem Erfolg der Verbesserung des Arbeitsverfahrens. Abb. 8 läßt die Form der Schablone mit Führungsflächen deutlich erkennen.

Abb. 9 und 10 stellen das frühere und das ge wärtige Verfahren der Herstellung von Einsteckru für R-Wagen dar, auf denen Heu und Stroh verladen w Die Arbeitsvorgänge sind aus den Skizzen zu erker Hier waren besonders zeitraubend und kostspielig die rundungen an den Enden der Rungen, die mit der B säge ausgeschnitten und an den Kanten von Hand Raspel und Feile bearbeitet werden mußten. Heute we diese Arbeiten in einem Arbeitsgang auf der Fräsmasc nach Schablone ausgeführt. Die Löcher für die Sicheru schrauben und die Versenkungen für die Schraubenk und Muttern wurden früher in zwei Arbeitsgängen gestellt, während heute nur einer erforderlich ist in Verwendung eines vereinigten Bohrers und Fräsers. Einziehen der Schrauben dienen jetzt überall Ele schraubenzieher. Bei den durch U-Eisen verstärkten R gen wird der Falz für das Eisen nicht mehr auf der F maschine, sondern bereits schon auf der Vierseitenh maschine ausgearbeitet. Die Lohnkosten für eine R betrugen früher 0,80 ℳ, jetzt sind sie auf 0,17 ℳ gesun

In ähnlicher Weise wurden die Verfahren für Herstellung von Leisten aller Art, Wagentüren, Brem haustüren und ganzer Bremserhäuser verbessert. Le werden nicht mehr einzeln aus dem Rohholz geschn und bearbeitet, sondern in einem Arbeitsgang in grö Anzahl fertiggestellt, indem das Hobeln auf Dicke, das hobeln von Nuten und Auseinanderschneiden von 3 6 Leisten in Gerade- oder Schrägschnitt auf einer schine bei einem Durchgang erfolgt, Abb. 11.

Wie erwähnt, entsteht bei dem sorgfältigen Aufsch den des Rohstoffes nur wenig Abfall. Bei einer umf reichen Massenfertigung ist die Gesamtmenge des Abf aber immer noch so groß, daß man auch die klein Stücke wirtschaftlich wieder verwerten kann. Alle Ab stücke werden deshalb sorgfältig gesammelt und n Größen gesondert. Sobald genügend Vorrat vorhanden wird ähnlich wie bei den großen Stücken ein Arbeitsgang die Massenfertigung von kleinen und kleinsten Teilen,

Abb. 14
Vorrichtung und Schablone zur Herstellung der Abrundung an den Köpfen von Einsteckrungen

Abb. 15
Schlitzscheiben und Fräser für die Herstellung von Holzersatzteilen in Massenfertigung

der Wiederherstellung von Wagen gebraucht werden, geschoben. Es sind dies z. B. Kittfalzleisten für Obertfenster, Abb. 12, Rahmenhölzer für Reinigungsklappen Wagentüren, Unterlagklötze verschiedener Art für re u. a. Pflöcke zum Auspflocken von Holzschraubenern werden bei Auswechslung der Blechbekleidungen Personenwagen viel gebraucht. Diese kleinsten Teile den immer zu 16 Stück auf einmal aus Abfalleisten, . 13, mittels mehrerer auf eine Welle aufgesteckter erenblätter und Fräser in einem Arbeitsgang herauschnitten und zugespitzt und hierauf durch eine Säge etrennt; die Abfallstücke werden weiter benutzt.

Alle Arbeitsvorgänge finden in ununterbrochener ßarbeit statt. Zwar hat sich Bandarbeit nicht durchren lassen, ohne den Maschinenpark unwirtschaftlich vermehren, da die Zeitdauer der einzelnen Arbeitsvorge zu verschieden ist; man hätte sonst für Arbeitsvorge längerer Dauer mehrere gleichartige Maschinen eneinander in Betrieb nehmen müssen. Deshalb werden bearbeiteten Teile an den einzelnen Maschinen auf Gele gelegt, die sich durch untergeschobene Hubkarren fahren lassen, Abb. 12 rechts. Bei Arbeitsvorgängen zerer Dauer bedient ein Arbeiter mehrere Maschinen.

Ganz besonders vereinfacht wurde die Arbeit durch wendung von Schablonen, Lehren und Vorrichtungen r Art. Abb. 14 zeigt die Schablone zur Herstellung der undungen an den Köpfen der Einsteckrungen. Sie ist einem drehbaren Bocke gelagert, so daß ein Arbeiter unhandlichen Rungen leicht und schnell umwenden n. Solche Dreh- oder Rollenböcke werden in vielseitigen führungen bei sperrigen Teilen verwendet, damit an r Maschine nur ein Mann nötig ist.

Die Maschinenbedienung durch e i n e n Mann hat sich Massenfertigung als besonders wirtschaftlich erwiesen. setzt aber voraus, daß der Arbeiter Stück für Stück dem ankommenden Stapel abnehmen und nach Fertigung auf den abgehenden legen kann, ohne große Beungen machen zu müssen. Es kommt also darauf an, Vorkehrungen so zu treffen, daß die Griffzeiten kürwerden als die Maschinenzeiten. Wo das Zuführen, echtlegen und Ablegen der Arbeitsstücke mehr Zeit rdert als die Maschinenarbeit, ist es besser, die Rüstit durch einen zweiten Mann ausführen zu lassen. Es ein wesentlicher Vorteil der Massenfertigung, daß alle bedingungen für die Besetzung der Maschinen mit nur m Mann gegeben sind.

Abb. 15 zeigt die verschiedenen Schlitzscheiben und ser und den mit einem Fräser vereinigten Bohrer für Löcher der Sicherungsschrauben.

Das Stemmeisen nach Abb. 16 hat sich vorzüglich Ausschnitte bewährt, die bei den Seitenwänden der agen nötig sind, um die Wände mit einer Brechge anheben zu können. Diese Ausschnitte werden einem Flacheisen ausgekleidet, das genau passen . Früher wurde der Ausschnitt von Hand mit der e ausgesägt; das neue Verfahren mittels Stemmchine arbeitet wesentlich rascher und genauer.

Abb. 16
Stoßvorrichtung zum Ausstemmen von Ausschnitten in Holzersatzteilen (neues Verfahren)

Bei der Massenfertigung spielt das F ö r d e r w e s e n eine große Rolle. Wo so gewaltige Mengen von Holz zu stapeln und zu fördern sind, können umständliche Fördermittel die Ersparnisse zum großen Teil wieder aufzehren. Deshalb ist der Vereinfachung des Förderwesens die größte Sorgfalt gewidmet.

Die Arbeitstücke werden von Maschine zu Maschine in einfachster Weise auf Gestellen mittels untergeschobener Hubkarren ohne besondere Hilfskräfte befördert, Abb. 12. Vom Stapelplatz zur Holzbearbeitungswerkstatt wird das Holz mit Elektrokarren auf Anhängewagen gefahren, die eigens für diesen Zweck gebaut sind. Für das Stapeln und Verladen der fertigen Bretter sind besondere Vorrichtungen gebaut worden, die zur Arbeitsersparung wesentlich beitragen und sich bewährt haben.

Abb. 17 und 18 zeigen die Stapelvorrichtung. Sie besteht aus einem Paternosterwerk, das auf einem Wagenhebebocke drehbar gelagert ist. Die Vorrichtung ist auf

Abb. 17
Stapelvorrichtung für Bretter

Abb. 18
Unterteil der Stapelvorrichtung für Bretter

Abb. 19
Verladevorrichtung für Bretter

einem kleinen Untergestell fahrbar, so daß sie sich längs der Stapelreihe auf dem Gleis verschieben läßt. An den Ketten des Paternosterwerkes sind in Abständen von 1,25 m je vier Haken derartig angeordnet, daß sich das Brett zwischen sie einlegen und über den Gipfelpunkt fördern läßt, ohne herabzufallen. Der Antrieb erfolgt durch eine elektrische Bohrmaschine, die den Strom mittels Steckkontakten von einer Leitung längs des Gleises erhält. Auf diese Weise ist es möglich, das Holz auch bei höchsten Stapeln mit nur vier Mann aufzustapeln.

Ähnlich ist die in Abb. 19 gezeigte Verladevorrichtung. Hier ist ein Paternosterwerk, auf dem die Bretter in Längsrichtung vom Lagerschuppen in den Wagen befördert werden, drehbar auf einem Karren gelagert. Die Förderung geht ununterbrochen vorwärts, indem ein Mann die Bretter auflegt und ein zweiter sie abnimmt und im Wagen stapelt.

Bei der Herstellung einbaufertiger Bretter für Eisenbahnwagen wird die Ersparnis an Zeit und Lohn und die bessere Ausnutzung der Maschinen hauptsächlich durch leistungsfähigere Maschinen und durch die Massenfertigung, weniger durch vereinfachte und verbesserte Arbeitsverfahren erzielt. Die Zusammenfassung in den einzelnen Werkstättenbezirken ist nur dort von Vorteil, wo der Weg von der Anlieferungsstelle des Rohstoffes zu den Verbrauchstellen über die Zentralbearbeitungswerkstätte oder ohne großen Umweg an ihr vorbeiführt, da sonst Rückbeförderungen die Ersparnisse wieder aufzehren.

Immerhin lassen sich auch hier Fließarbeitsgänge einrichten, die gleiche wirtschaftliche Vorteile bieten wie bei der Fertigung der Ersatzstücke. Beispielsweise werden Bodenbretter für Güterwagen in folgender Weise bei größeren Aufträgen bearbeitet. Das Rohholz wird mit dem Güterwagen, in dem es ankommt, auf der einen Seite des Hobelwerkes aufgestellt. Die Bretter werden dann der Dicktenhobelmaschine von einem Mann zugereicht und in einem Arbeitsvorgang auf beiden Seiten behobelt und mit Feder und Nut versehen, wozu ein zweiter Mann erforderlich ist. Rechtwinklig zur Hobelmaschine

Abb. 20
Fahrbare Anstreichmaschine

ist eine Ablängemaschine aufgestellt. Ein dritter M ergreift die aus der Hobelmaschine kommenden Br und läßt sie auf Länge schneiden. Der vierte Mann die fertigen Bretter auf die beschriebene Verladevor tung, mit der sie in den abgehenden Wagen auf der dren Seite des Hobelwerks befördert werden, wo sie fünfte Arbeiter stapelt. Auf diese Weise werden in ständiger Arbeitzeit 1000 Bretter ohne Zwischens lung fertiggestellt. In den Arbeitsgang kann auch im folgenden beschriebene Anstreichmaschine ei schaltet werden, wenn die Bretter gestrichen we sollen. Dann werden sie nicht in den Wagen zum Vers sondern zum Trocknen auf Stapel gefördert.

Es hat sich nämlich als vorteilhaft herausges den Grundanstrich der Bretter in den Zentralwerkst vorzunehmen, da er auf Maschinen mit ganz erhebli Zeitersparnis ausgeführt werden kann. Mit einer f baren Anstreichmaschine[1]), Abb. 20 und 21, ist es mög stündlich 270 Bretter beiderseits mit verschiedenen ben zu streichen. Eine Walzenbürste *a*, die von einer bringerwalze *b* aus einem Farbkasten *c* Farbe er streicht das Brett an der Unterseite, während eine Pum aus einem zweiten Farbbehälter *d* der Oberseite Brettes die Farbe durch Röhrchen zuführt. Ein Rührwe erhält die Farbe in dem ersten Farbkasten *c* ständig flü Die Bretter werden durch eine Vorschubwalze *g* v schoben. Den Antrieb erhält sowohl diese Vorschubw wie das Rührwerk und die Pumpe durch einen Ele

Abb. 21. Anstreichmaschine

a Walzenbürste
b Zubringewalze
c Farbkasten
d „
e Pumpe
f Farbrührwerk
g Vorschubwalze
h Motor
i Anlasser
k obere Abstreichbürste
l untere „

motor *h*, der vom Anlasser *i* gesteuert wird. Eine o Abstreichbürste *k* verteilt die Farbe auf der Oberseite, untere Anstreichbürste *l* auf der Unterseite des Brettes. überschüssige Farbe läuft in die beiden Behälter zur Ebenso verhindern Abstreichbürsten an beiden Se flächen und an den Kanten unwirtschaftlichen Farbe brauch, so daß bei maschinellem Streichen nur etwa mehr Farbe verbraucht wird als bei Handarbeit; dies bei der erheblichen Lohnersparnis nicht ins Gewicht gleicher Weise werden auch Rungen und Leisten strichen, während sich bei kleinen Teilen und Er stücken das Tauchverfahren bewährt hat.

Welche Ersparnisse im Holzvorratsbau durch Mas fertigung und rationelle Arbeitsverfahren erzielt we können, geht daraus hervor, daß im Februar d. J. Eisenbahnwerk Wittenberge 8020 Gedingestunden[2]) für Herstellung von Brettern und Ersatzteilen gezahlt den, für die früher 33 520 Gedingestunden hätten au wendet werden müssen. Dazu kommen noch die nerisch nicht zu erfassenden Ersparnisse infolge bess Ausnutzung des Rohstoffes und der Maschinen und in Verringerung des Abfalls an Brennholz. Die Ers nisse haben die Kosten für die Umstellung der W stätten schon nach einem halben Jahr getilgt. [B 49

[1]) DRP. Nr. 59579.
[2]) Unter Gedingestunden ist die Zeit zu verstehen, zu der nac mittlung der Rüstzeiten, Maschinenzeiten und Verlustzeiten die A an die Arbeiter vergeben (verdungen) wird. Mit dem Lohn verviel ergeben die Gedingestunden den Stückpreis (Akkord). Da die I der einzelnen Arbeitergruppen verschieden sind, führt die Einfüh von Gedingezeiten zu einer gerechteren Entlohnung.

Die allgemeine Bedeutung der Werkstoffprüfung

Von Dr.-Ing. Wilhelm Schmidt, Berlin

Hinweis auf die Bedeutung des gewöhnlichen Zugversuches für die Klärung des Aufbaues der Materie — Darstellung der Zugfestigkeit verschiedener Metalle in Abhängigkeit von der Temperatur — Darstellung der Zähigkeit von Schmierölen in Abhängigkeit von Druck und Temperatur — Zähigkeit von Gasen

Obwohl man heute eine ganze Reihe von handlichen Versuchsgeräten für die Werkstoffprüfung ausgebildet hat (Druck- und Schlaghärteprüfer, elschlagwerke, Geräte für die Feststellung der Schwinsfestigkeit, Spannungsmesser usw.), so hat dennoch lte, wenig handliche und kostspielige Zugversuch seine dlegende Bedeutung für die Prüfung der Festigkeitsıschaften der Werkstoffe unter verschiedenen Versbedingungen bisher noch nicht verloren[1]). Ich ıte zeigen, daß er auch Anhaltpunkte für die Klä-g des Aufbaues der Werkstoffe zu rn geeignet ist.

Die Wichtigkeit der metallographischen Unter-ungen, wobei Änderungen des Kleingefüges betrachtet len, soweit die Mikroskope reichen, ist ja unbestritten. ıtig wäre es zweifellos, wenn man noch etwas weiter n und auch die Vorgänge bei der Gefügebildung Klärung näherführen könnte. Wenn das mit Hilfe Zugversuches möglich wäre, so würde er allgemeine utung für die Physik gewinnen.

Beim Zugversuch stellt man die Längenänderung Δl Probestabes von der Länge l und dem anfänglichen schnitt f_0 unter Einwirkung der Zugkraft P fest. die unabhängige und l die abhängige Veränderliche.

[1]) Vergl. Sachs und Fiek, Der Zugversuch. Leipzig 1926

Abb. 1
Die Kraft P, aufgetragen über der Verlängerung Δl, und die Spannung $K=\frac{P}{f_0}$, aufgetragen über der Dehnung

$$\varepsilon_0=\frac{\Delta l}{l}.$$

K_s Spannung an der Streckgrenze
K_{max} größte Spannung
K_b Bruchspannung

Abb. 2
Die Spannung $\sigma=\frac{P}{f}$ bezogen auf den jeweiligen Querschnitt f, aufgetragen über der auf den Einschnürquerschnitt bezogenen Dehnung $\varepsilon=\frac{f_0-f}{f_0}$

Abb. 3
bei K_{max} gemessenen Einschnürspannungen $\sigma=\frac{P}{f}$ verdener Metalle, aufgetragen über $\frac{T}{T_s}$ nach Ludwik. T und T_s gemessen in °abs.

Man müßte Δl über P auftragen, trägt jedoch P über Δl auf. Dieses Vorgehen dürfte durch die selbsttätige Papierbewegung und Aufzeichnung des Versuchsergebnisses veranlaßt sein, Abb. 1. Um das Versuchsergebnis zu verallgemeinern, hat man die Spannung $K=\frac{P}{f_0}$ und die Dehnung $\varepsilon_0=\frac{\Delta l}{l}$ eingeführt[2]). Der Verlauf des Diagrammes ändert sich dabei nicht, sondern man hat nur die Koordinaten, den Werten K und ε_0 entsprechend, neu einzuteilen.

Einige Punkte fallen im Spannungs-Dehnungs-Diagramm auf: so erkennt man gewöhnlich eine Unstetigkeit bei der sogenannten Streckgrenze K_s, und der Stab reißt nicht bei der größten Spannung K_{max}, sondern bei der kleineren Spannung K_b.

Einen einfacheren Verlauf der Spannungskurve erhält man, wenn man beachtet, daß sich der Stab an der Bruchstelle vor dem Bruch gewöhnlich einschnürt. Berechnet man die Dehnung ε aus dem Einschnürungsquerschnitt f mit Hilfe der Gleichung

$$\varepsilon=\frac{f_0-f}{f_0}$$

und trägt man hierüber die auf f bezogene Spannung $\sigma=\frac{P}{f}$ auf[2]), so erhält man einen einfacheren Verlauf der Spannungskurve, wobei die größte Spannung σ_{max} über der größten Dehnung liegt, Abb. 2.

Die bisher betrachteten Diagramme gelten für gleichbleibende Temperatur. Nun arbeiten die neuzeitlichen Maschinen zum Teil bei sehr hoher Temperatur; bei verschiedener Temperatur ausgeführte Zugversuche sind aus diesem Grunde von großer praktischer Bedeutung. Sie ergeben für jede Temperatur ein anders verlaufendes Spannungsdiagramm. Will man den Einfluß der Temperatur klären, so hat man für die zweidimensionale Darstellung einen bestimmten Wert (etwa K_{max}, K_b, K_s, σ_{max} oder auch σ bei K_{max}) über der Temperatur aufzutragen. Bei

[2]) Die auf den anfänglichen Querschnitt f_0 bezogenen Spannungen sind hier mit K, K_s, K_{max} und K_b bezeichnet, die auf den jeweiligen Querschnitt f bezogenen Spannungen sind durch σ und σ_{max} gekennzeichnet.

Abb. 4
Die bei K_{max} von Ludwik gemessenen Einschnürspannungen $\sigma = \frac{P}{f}$ verschiedener Metalle, aufgetragen in der Form $\ln \sigma = f(\tau)$, wobei $\tau = \frac{T_s - T}{T_s}$
Umwandlungspunkte und Einschnürung

Abb. 5 und 6
Verhalten von Einkristallen beim Zugversuch

Abb. 7 und 8
Zerreißversuche mit Elektrolyteisen mit 0 vH C nach Goerens und Mailänder

Abb. 9 und 10
Zerreißversuche mit Stahl (1,0 vH C geglüht) nach Goerens und Mailänder

solch einer Darstellung findet man ein ganz ähn Verhalten verschiedener Metalle, besonders wenn m nach dem Vorgang von Ludwik[3]) die Schmelzte ratur T_s [° abs] zur Einheit nimmt und σ bei K_{ma} messen bei T [° abs], über $\frac{T}{T_s}$ aufträgt. Die Sa nungen σ verschiedener Metalle h dann in einem ziemlich weiten Berei nahezu den gleichen Verlauf, Abb. 3.

Ich habe die dieser vielbeachteten Abbildung zugru liegenden Versuchsergebnisse von Ludwik in eine Form gebracht, Abb. 4, und habe dabei weitere Ge mäßigkeiten festgestellt, die zur Klärung des Verh der Metalle gegenüber Zugspannungen dienen kö Man hat sich hierüber aus dem Verhalten von Einkris

[3]) Vergl. Z. Bd. 59 (1915) S. 661. Ludwik hat für σ den K_m sprechenden Wert gewählt und den zugehörigen Stabquerschni genähert aus den im Abstande 4 d_0 (d_0 = ursprünglicher Stab messer) symmetrisch zur Bruchstelle liegenden beiden Stabquersc bestimmt.

Abb. 11
Abhängigkeit der Kerbzähigkeit von Zink von der Temperatur nach Goerens und Mailänder

m Zugversuch schon eine Anschauung gebildet[4]). Hierh gleiten die Metallteilchen bei der Dehnung des aus em einzigen Kristall bestehenden Stabes auf Kristallnen, wobei ein anfänglich runder Stabquerschnitt, senkht zur Stabachse, elliptische Form annimmt, Abb. 5 und 6.

Hiernach liegt die Annahme nahe, daß die Kurve er bestimmten Spannung, aufgetragen über der zuörigen Temperatur, bei einem Metall unstetig verläuft, n bei einer bestimmten Temperatur eine Änderung des üges (Umwandlung oder auch Rekristallisation) eint. Auffallende Unstetigkeiten enthalten die kürzlich Goerens und Mailänder veröffentlichten Spangsdiagramme[5]), Abb. 7 bis 10. Die Unstetigkeiten en besonders in den Kurven der Reißfestigkeit σ_{max} Stählen, Weicheisen und Elektrolyteisen etwa zwischen 0 und $-60\,°C$ (213 bis 253° abs) auf, wo bisher nes Wissens noch keine Gefügeänderungen unmittelfestgestellt sind. Änderungen der Kristallstruktur l jedoch, wie im weiteren gezeigt werden soll, bei en bei $\frac{1}{14}T_s$, $\frac{2}{14}T_s$, ... $\frac{14}{14}T_s$ zu erwarten. Nun ist $T_s = \frac{2}{14}\cdot 1801 = 256°$ abs, das entspricht der oberen nze des Temperaturbereichs von 213 bis 253° abs sehr au. Daß sich die von Goerens und Mailänder gessenen Temperaturen an $\frac{2}{14}T_s$ nach unten hin anließen, kann dadurch begründet sein, daß bei den rsuchen die Gefügeänderung, die vielleicht einige Stun zur Ausbildung braucht, mit 15 min bei den Verhen noch nicht abgeschlossen war.

Traeger[6]) hat auf Verschiebungen bei der Kurve Wärmedehnung hingewiesen, die ebenfalls verzögert treten, wenn die Temperatur beim Versuch zu schnell teigert wird.

Schroffe Unstetigkeiten sind nicht auf die Kurven der ßfestigkeit σ_{max} beschränkt, Abb. 10, sie treten auch bei rbversuchen, die bei verschiedener Temperatur ausührt worden sind, auf, Abb. 11. Diese Abbildung stellt nfalls Versuche von Goerens und Mailänder, und zwar Zink, dar. Bei ihr liegt der Knick etwa bei 80 °C 353° abs. Auch bei Zn sind nach S. 1127 Gefügeerungen bei $\frac{1}{14}T_s$, $\frac{2}{14}T_s$ usw. zu erwarten. In diesem lle liegt die Temperatur $\frac{7}{14}T_s = \frac{7}{14}\cdot 692{,}4 = 346{,}2°$ abs e bei 353° abs, und dieser Wert wäre, einer zu kurzen rmebehandlung entsprechend, etwas nach oben veroben.

Für den Nachweis der hier gekennzeichneten Knicke den Versuchen von Ludwik, Abb. 3, und für eine Zummenfassung dieser Erscheinungen soll nun Abb. 4 nen. In ihr sind im mittleren Teile die Versuche von dwik in der Form

$$\ln\sigma \text{ über } \tau = \frac{T_s - T}{T_s}$$

getragen worden. Hierbei bedeutet:

σ die in Fußnote 2 und 3 gekennzeichnete Einschnürspannung in kg/cm²,

T_s die Schmelztemperatur und T die jeweilige Temperatur in ° abs.

Durch die oberen Knicke in den σ-Kurven habe ich die zur Abszisse um etwa $\frac{\ln\sigma_k}{\tau} = 12{,}56 = 4\pi$ geneigte Gerade a–a gelegt, die in Abb. 4 zufällig angenähert durch den Anfangspunkt geht. Ferner sind in Abb. 4 oben die Lage der Umwandlungspunkte und unten die Lage auffallender Unstetigkeiten in den Kurven der Einschnürungen verschiedener Metalle gekennzeichnet worden. Bei $\tau = 0$ liegt der Schmelzpunkt, bei $\tau = 1$ der absolute Nullpunkt. Die Werte $\ln\sigma$ müssen daher von $\ln\sigma = -\infty$ für $\tau = 0$ auf einen endlichen Wert bei $\tau = 1$ ansteigen. Das geschieht nach Abb. 4 nicht stetig, sondern ruckweise, indem die $\ln\sigma$-Kurven an bestimmten Stellen plötzlich eine andere Richtung annehmen. Solche plötzliche Richtungsänderungen sind anscheinend links von der Geraden a–a, Abb. 4, unregelmäßig verteilt. Die in der Nähe der Geraden $a-a$ liegen regelmäßiger; eine Nachprüfung ihrer Lage durch weitere Versuche wäre erwünscht.

Für die folgende Betrachtung nahm ich an, daß die oberen Knicke auf der Geraden a–a liegen und die nach links anschließenden Stücke der $\ln\sigma$-Kurven verschiedener Metalle einander parallel sind, Abb. 12. Wie weit diese Annahmen zutreffen, zeigt Zahlentafel 1.

In Abb. 12 ist der angenommene Verlauf schematisch gekennzeichnet; hiernach gelten für das Mittelstück der σ-Kurven die Gleichungen:

$$\ln\sigma = \ln\sigma_0 + a\,\tau \quad (1)$$

oder

$$\sigma = \sigma_0\, e^{a\tau} \quad (2)$$

oder auch

$$\frac{d\sigma}{d\tau} = a\,\sigma \quad (3),$$

ferner

$$\frac{\ln\sigma_0}{\ln\sigma_k} = C \quad (4)$$

und

$$\ln\sigma_k = \beta\,\tau_k \quad (5)$$

oder

$$\sigma_k = e^{\beta\tau_k} \quad (6).$$

Hierin bedeuten

a einen Festwert

σ_k die Spannung im Knick bei τ_k

τ_k die zu σ_k gehörige Temperaturfunktion

C und β Festwerte.

Abb. 12
Vereinfachte Darstellung von Abb. 4 für die mathematische Untersuchung

---

[4]) Vergl. Sachs und Fiek a. a. O.

[5]) Vergl. P. Goerens u. R. Mailänder, Kalt- und Warmdigkeit von Stahl und einigen anderen Metallen beim Zugversuch. schungsarbeiten des V. d. I., Festgabe Carl v. Bach zum 80. Geburts- Berlin 1927.

[6]) Vergl. Traeger, Anlaßvorgänge in abgeschreckten Kohlenstählen. Forschungsarbeiten des V. d. I. Heft 294.

σ_0 läßt sich durch τ_k ausdrücken, Gl. (2) geht damit über in

$$\sigma = e^{C\beta\tau_k + a\tau} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7).$$

Die Werte C, β, τ_k und α sind für die einzelnen untersuchten Metalle in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1

Metall	α	C	αC	β	τ_k	T_k °abs	Bemerkungen
Fe	7,52	0,416	3,13	12,6	0,68	577	
Ni	6,2	0,529	3,28	13,4	0,66	584	$\left\{ 5\,\frac{T_s}{14} = 615 \right.$
Mg	6,1	0,526	3,22	13	0,56	406	
Al	6,05	0,526	3,20	13,2	0,55	419	
Pb	5,73	0,602	—	13	(0,36)	384	
Cu	5,6	0,572	3,20	12,9	0,58	570	
Zn	5,6	—	—	—	(0,565)	303	$\left\{ 6\,\frac{T_s}{14} = 297 \right.$
Sn	5,35	—	—	—	(0,515)	245	$\left\{ 7\,\frac{T_s}{14} = 252 \right.$

Zahlentafel 1 lehrt, daß α und C in ziemlich weiten Grenzen schwanken. α wächst, wenn C kleiner wird. Das Produkt αC ist nahezu gleich $3{,}14 = \pi$. C schwankt ungefähr um die Zahl 0,5 und α um 2π als Mittelwert. Für β ergibt sich etwa 13 als Mittelwert, 4π ist gleich 12,56.

Setzt man, um den Überblick zu erleichtern, hiernach in Gl. (7) $C = 0{,}5$, $\beta = 4\pi$ und $\alpha = 2\pi$, so erhält man

$$\sigma = e^{2\pi(\tau_k + \tau)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8).$$

Hierin hat die linke Seite die Dimension kg/cm², und die rechte ist offenbar unbenannt. Man muß daher

$$\sigma = \sigma_0\, e^{2\pi(\tau_k + \tau)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8a)$$

schreiben, um beide Seiten auf die gleiche Dimension zu bringen, wobei im vorliegenden Falle zufällig $\sigma =$ rd. 1 kg/cm² ist. Genau läßt sich σ_0 nicht bestimmen, weil die Lage der Geraden a–a, Abb. 4, durch die Knicke in den Kurven nicht genau festgelegt ist.

S_1

$S_2 = S_1 e^{\alpha\mu}$

RZ354Z13

Abb. 13
Kraftverteilung bei einer Scheibe infolge der Seilreibung. $S_2 > S_1$ für $\mu > 0$

Die Gl. (8a) erinnert an die Gleichung der Seilreibung

$$S_2 = S_1\, e^{\alpha\,\mu} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9).$$

Mit $\alpha = 2\pi$ würde das Seil die Scheibe voll umspannen, Abb. 13. Die Seilreibung μ entspräche der Temperaturfunktion $\tau_k + \tau$, und die Spannung würde durch Kapillarkräfte übertragen. Aus dem gleichen Aufbau der Formeln (8) und (9) ist jedoch nicht ohne weiteres zu schließen, daß die in Abb. 13 angedeutete Kraftverteilung bei der Seilscheibe die gleiche ist wie im Metall, da es sich in einem Fall um ein ebenes und im andern um ein räumliches Problem handelt. Damit möchte ich die Betrachtung der nahezu parallelen Mittelstücke der Spannungskurven, Abb. 4, abschließen und zu der Betrachtung der Knicke übergehen, die sich um die Gerade a–a, Abb. 4, gruppieren und diese angenähert festlegen.

Aus Gl. (8a) geht hervor, daß mit τ_k die Spannung für den Geltungsbereich dieser Gleichung bestimmt ist. Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß die Knicke in der Nähe der Geraden a–a wahrscheinlich mit dem Vorgang der Rekristallisation zusammenhängen. Um festzustellen, ob diese Punkte mit den Umwandlungspunkten in einer einfachen Beziehung stehen, habe ich die Lage der bekannten Umwandlungspunkte angedeutet, Abb. 4 oben, ferner habe ich auch die von Dr. T r a e g e r [7]) festgelegten Temperaturen (368, 504 und 568 ° abs) eingezeichnet, bei denen Unstetigkeiten in der Wärmedehnung eintreten. I[n] den Fällen, wo kritische Temperaturen und Knicke in [de]n ln σ-Kurven an gleichen Stellen liegen, sind sie mit [de]n großen lateinischen Buchstaben A, B und D bezeic[hnet] worden. Man erkennt, daß außer bei Eisen und N[ickel] auch bei Zinn eine Unstetigkeit in der ln σ-Kurve bei e[inem] nachgewiesenen Umwandlungspunkte vorhanden ist [8]). Außerdem sind die von Ludwik gemessenen Einschnür[un]gen aufgetragen, Abb. 4 unten, bei denen ebenfalls U[nste]tigkeiten bei den gleichen Temperaturen auftreten, P[un]kte A, B, C und D.

Auf Grund dieser Tatsachen kann man annehmen, [daß] die Knicke in den Kurven der Einschnürspannung, die [sich] um die Gerade a–a, Abb. 4, gruppieren, durch Änderu[ng] des Kristallgefüges (Umwandlung und Rekristallisat[ion]) veranlaßt werden.

Für die weitere Untersuchung ist es offenbar [von] größter Wichtigkeit, wenn man weiß, wie, ganz allge[mein] betrachtet, Änderungen des Kristallgefüges entstehen. [Die] Klärung der Frage gehört in das Gebiet der Atomph[ysik]; diese hat die denkbar größten Schwierigkeiten zu [über]winden, um die Vorgänge im Atom zu klären. In unse[rem] Falle handelt es sich offenbar um Vorgänge in A[tom]verbänden, die vielleicht noch verwickelter sein wer[den]. Man muß daher, von Versuchsergebnissen ausgehend, [die] einzelnen Erscheinungen zu ordnen versuchen, wobei [man] nicht ohne Annahmen oder ein einfaches Probieren [aus]kommt.

Die Annahme liegt nahe, daß die Umwandlungen, [die] durch Änderung des Metallgefüges sichtbar werden, d[urch] Schwingungsvorgänge irgendwelcher Art veranlaßt wer[den]. Die allgemeinste Art eines Schwingungsvorganges dü[rfte] die sein, daß die einzelnen Teilchen unter dem Ein[fluß] der Wärme Volumenschwingungen (Pulsationen)[8]) [aus]führen und dabei gegeneinander schlagen. Solch eine [Be]wegung würde den Vorstellungen der kinetischen The[orie] der Gase, die durch die Erscheinung der Brownschen [Be]wegung gestützt wird, entsprechen und dürfte in ih[rem] Verlauf den Schüttelschwingungen ähnlich sein, die [ma]n bei den Achsen elektrischer Lokomotiven beobachtet ha[t]. Es handelt sich hierbei um pseudoharmonische Schw[in]gungsvorgänge, bei denen sich die Bewegung im Resonan[z]fall wegen Phasenverschiebung nicht hochzuschaukeln [ver]mag, sondern außer Tritt fällt. Es wäre denkbar, daß [die] Umwandlungspunkte und Gefügeänderungen solch ein[em] Außertrittfallen entsprechen. Dann müßten sich aber [die] Werte der bisher festgestellten Umwandlungstemperatu[ren] wie die Schwingungszahlen von Oberschwingungen, [also] wie ganze Zahlen verhalten. An einer Reihe von [Bei]spielen will ich zeigen, daß dies anscheinend der Fall [ist].

1. Bei Fe ist $T_s = 1801$ ° abs, und die Modifikatio[nen] treten auf bei $T_m = 1674$, 1175 und 1041 ° abs.

Nun ist

$$\begin{aligned} 1801 - 1674 &= && 127 \\ 1674 - 1175 &= 499 = 4 \cdot 124{,}5 \\ 1175 - 1041 &= && 134 \\ 1041 - \quad 0 &= && 8 \cdot 130 \\ &\text{im Mittel} && 128{,}8 \end{aligned}$$

Die Nachprüfung ergibt:

$8 \cdot 128{,}8 = 1030$,	gemessen wurden	1041 ° abs
$9 \cdot 128{,}8 = 1160$,	„ „	1175 ° „
$13 \cdot 128{,}8 = 1675$,	„ „	1674 ° „
$14 \cdot 128{,}8 = 1805$,	„ „	1801 ° „

Hiernach würden die Modifikationen und die Schm[elz]temperatur bei Eisen der 8ten, 9ten, 13ten und 14ten Ob[er]schwingung entsprechen. Es könnten auch die 16te, 1[8te], 26te und 28te Oberschwingung sein; $T_k = 577$ ° a[bs], Zahlentafel 1, würde dann der 9ten Oberschwingung e[nt]sprechen. Die oben erwähnte Unstetigkeit, die Goerens u[nd] Mailänder in vielen Fällen bei der Reißfestigkeit v[on] Stählen festgestellt haben, würde mit $T = 256$ ° abs [der] zweiten oder vierten Oberschwingung eintreten, je na[ch]dem man T_s bei Eisen als 14te oder 28te Oberschwingu[ng] ansieht.

[7]) Vergl. T r a e g e r, a. a. O.

[8]) Vergl. A. K o r n, Konstitution der chemischen Atome, Berlin 1[…]
[9]) Vergl. A. W i c h e r t, Schüttelschwingungen. Forschung[sar]beiten d. V. d. I., Heft 266.

. Bei Sn ist $T_s = 504{,}9°$ abs, und Modifikationen nachgewiesen bei $T_m = 434$ und $291°$ abs. In diesem ist

$$\begin{aligned} 504{,}9 - 434 &= \quad 70{,}9 \\ 434 - 291 &= 143 = 2 \cdot 71{,}5 \\ 291 - 0 &= \quad 4 \cdot 72{,}8 \\ &\text{im Mittel} \quad 71{,}4 \end{aligned}$$

Die Nachprüfung ergibt:

$4 \cdot 71{,}4 = 286$, gemessen wurden $291°$ abs
$6 \cdot 71{,}4 = 428$, „ „ $434°$ „
$7 \cdot 71{,}4 = 500$, „ „ $504{,}9°$ abs.

Nach Zahlentafel 1 ist für Sn $T_k = 245°$ abs, wenn die Spannungskurve bis zur Geraden a–a verlängert aus dem Schnittpunkt den Wert von T_k bestimmt; r Wert würde der 3,5ten Oberschwingung entchen. Es empfiehlt sich daher, die Schmelztemperatur bei Eisen als die 14te Oberschwingung anzusehen. Knick, dessen Lage durch Extrapolation bestimmt le, würde dann bei der 7ten Oberschwingung aufn, Zahlentafel 1.

. Bei Zn ist $T_s = 692{,}4°$ abs, Modifikationen sind estellt bei etwa 633 und $443°$ abs.

Nimmt man an, daß bei Zn die Schmelztemperatur so wie bei Fe und Sn der 14ten Oberschwingung entht, so erhält man:

$9 \cdot 49{,}1 = 442$, gemessen wurden $443°$ abs
$13 \cdot 49{,}1 = 638$, „ „ $633°$ „
$14 \cdot 49{,}1 = 681$, „ „ $692{,}4°$ abs.

Schnittpunkt der $\ln \sigma$-Kurve mit der Geraden a–a, 4, liegt bei $\tau_k = 0{,}565$; hiernach ist $T_k = 303°$ abs würde der sechsten Oberschwingung entsprechen, weil ,1 = 295 = rd. $303°$ abs ist. Einen Knick bei der nten zeigt Abb. 11.

Man erkennt aus den Beispielen, daß sich hier offenein gangbarer Weg zur Klärung der Vorgänge ert, die die Änderungen im Kristallgefüge veranlassen, es wäre zweifellos eine dankbare Aufgabe der Forscher dem Gebiete der Metallkunde, zu untersuchen, ob tatlich bei den in Zahlentafel 1 angegebenen Tempera- die Rekristallisation oder Umwandlungen des Ge- auftreten. In der in diesem Jahr in Berlin stattenden Werkstofftagung könnte über das Ergebnis derer Untersuchungen berichtet werden. Bei der Nachung wäre folgendes zu beachten:

Die Ermittlung der Einschnürspannung σ bei K_{max}, 3 und 4, ist wenig gebräuchlich; man bestimmt statten häufig die sogenannte Reißfestigkeit aus dem hquerschnitt. Dieser Wert ist natürlich größer als von Ludwik bestimmte Einschnürspannung; damit ist Parallelverschiebung der Geraden a–a, Abb. 4, nach zu erwarten. Sie läßt sich aus den Versuchen von ens und Mailänder entnehmen, wenn man diese Vere nach Art der Abb. 4 umzeichnet. Bei der Unerheit in der Bestimmung der Reißfestigkeit ist es ch empfehlenswert, zur Nachprüfung der in dieser it festgestellten Gesetzmäßigkeiten die Einschnürnung nach Ludwik zu benutzen.

Ich glaube, mit den bisherigen Angaben die allgemeine utung der Werkstoffprüfung durch den Zugversuch unsre Naturerkenntnis ausreichend bewiesen zu haben, te jedoch noch auf folgendes hinweisen:

1. Das hier verwandte Verfahren zur Bestimmung der ungszahlen von Oberschwingungen, die mit k benet werden sollen, kann nur als vorläufig betrachtet en. Es ist daher nun eine Aufgabe der Mathematik, Ordnungszahlen auf wissenschaftlich einwandfreiem e zu bestimmen. Ich habe auf halb empirischem e für eine ähnliche Aufgabe den folgenden Ansatz rauchbar gefunden:

$$\frac{T_s}{n\,C} + \frac{a\,s^m}{k} = 1 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10).$$

n bedeutet:
die chemische Valenz,
und a Festwerte,
das spezifische Gewicht im festen Zustande,
eine Potenz, die den Wert 1,167 hat.

Die Gl. (10) nimmt für den Fall, daß $\frac{a\,s^m}{k}$ das Quadrat eines echten Bruches ist, die Form der Balmerformel an, die heute in der Atomphysik bei andern Schwingungsvorgängen eine wichtige Rolle spielt. Sie lautet:

$$\lambda = A\,\frac{m^2}{m^2 - n^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (11).$$

Hierin hat
λ den Charakter einer Wellenlänge,
A ist eine Konstante,
m und n sind ganze Zahlen.

Aus Gl. (10) erhält man mit z. B. $\frac{a\,s^m}{k} = \left(\frac{2}{3}\right)^2$

$$T_s = n\,C \cdot \frac{3^2 - 2^2}{3^2}$$

oder

$$\frac{1}{T_s} = \frac{1}{n\,C} \cdot \frac{3^2}{3^2 - 2^2}, \text{ vergl. Gl. (11).}$$

Weiter auf diese Frage und die Ableitung der Gl. (10) einzugehen, verbietet der Rahmen dieser Arbeit.

2. Die Gl. (8 a) kennzeichnet roh das Verhalten von Metallen im plastischen Gebiet, also gewissermaßen für einen Grenzzustand zwischen ideal flüssig und ideal fest. Nun zeigen auch die Schmieröle in gewissem Sinn ein ähnliches Verhalten im Lager, indem sie sich in einen sehr dünnen Film ausziehen lassen, der, besonders bei laufender Welle, Festigkeitseigenschaften hat. Es ist daher naheliegend, Gl. (8 a) in der Form

$$\eta = \eta_0\, e^{f(T) + \varphi(T)} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (12)$$

für die Darstellung der Zähigkeit von Ölen zu verwenden. Für diesen Zweck habe ich die eben erschienenen, sehr beachtenswerten Versuche von Dr. Kießkalt[10]) benutzt, der die Zähigkeit η von Schmierölen bei Überdrücken p_1 bis 800 at und bei 20, 50 und 80 °C ($T = 293$, 323 und $353°$ abs) untersucht hat. Ich fand als Interpolationsformel

$$\eta = \eta_0\, e^{\frac{C_1}{(T-a)^m} + \frac{C_2 (p_1 + 1)}{T^n}} \quad \ldots \ldots \quad (13);$$

hierin sind C_1, C_2 und a Festwerte, die vom gewählten Maßsystem abhängen. Die Hochzahlen n und m haben bei verschiedenen Ölen verschiedene Werte. Anscheinend ist ein Öl um so schmierfähiger, je kleiner n ist. n liegt bei den von mir untersuchten Ölen zwischen $n = 1$ und $n = 3{,}63$, häufig ist $n = 2{,}5$. Beachtenswert ist, daß mit $p_1 + 1 = p$ (at abs)

$$\frac{p}{T^{2,5}} = \text{konst} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (14)$$

die Gleichung der Adiabate einatomiger Gase ist.

Aus Gl. (13) erhält man eine ähnliche Gleichung wie die Formel $k = a^{p_1}$ von Kießkalt, nämlich

$$k = \frac{\eta \text{ bei hohem Druck}}{\eta_1 \text{ bei Atmosphärendruck}} = e^{\frac{C_2 p_1}{T^n}} \quad \ldots \quad (15)^{10)}$$

Da C_2 mit n stark anwächst, ist es der Übersicht wegen zweckmäßig, C_2 von n abhängig zu machen, indem man $C_2 = c\,n^{4n}$ setzt, dann ist

$$k = e^{\frac{c\,p_1}{\left(\frac{T}{n^4}\right)^n}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (15a).$$

Für drei Mineralöle mit $n = 2{,}5$ ergab sich $c = 0{,}342$ bis 0,422,
bei einem Mobilöl mit $n = 1$ war $c = 0{,}688$
und bei einem Pflanzenöl mit $n = 1{,}4$ „ $c = 0{,}545$.

Weitere Angaben über k-Werte verschiedener Öle in Abhängigkeit von Druck und Temperatur findet man in der Arbeit von Kießkalt.

3. Die meiner Arbeit zugrundeliegende Anschauung, nämlich, daß Änderungen des Kristallgefüges auf Resonanzerscheinungen bei pseudoharmonischen Schwingungs-

[10]) Vergl. Kießkalt, Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik, Forschungsarbeiten des V. d. I. Heft 291.

Zähigkeit η [cm^{-1} g s^{-1}], aufgetragen in der Form ln η über T [° abs]. In Abständen, die der Siedetemperatur T_d entsprechen, zeigen sich Knicke (vergl. die Werte für Argon und Sauerstoff)

Abb. 14

vorgängen zurückzuführen sind, führt zu dem Sch[luß,] daß bei der Auftragung der Zähigkeit η von Gase[n in] der Form ln η über T bei den Temperaturen $T = 2$ [T_d,] $3\,T_d, \cdots, n\,T_d$ (T_d = Siedetemperatur in ° abs) Unste[tig]keiten zum Vorschein kommen müssen. Dies ist, wie [be]sonders die Versuche mit Argon ($T_d = 87$ ° abs) [und] Sauerstoff lehren, tatsächlich der Fall, Abb. 14. [Bei] Sauerstoff ($T_d = 90{,}3$ ° abs) sind jedoch diese kritisc[hen] Temperaturen um rd. ⅔ T_d verschoben, dies hängt w[ahr]scheinlich mit der Valenz zusammen. Zwischen zwei [auf]einander folgenden kritischen Temperaturen wächst l[n η] geradlinig mit der Temperatur. Bei Helium ($T_d = 4$, [...] abs) entsteht hierdurch eine Kurve, deren umständl[iche] Gleichung sich bei dieser Erkenntnis leicht anschrei[ben] läßt.

Bei Luft sind bei dieser Sachlage Streuungen [der] η-Werte bei den kritischen Temperaturen des Sauers[tof]fes und Stickstoffes zu erwarten. Sie sind in den V[er]suchen leicht nachzuweisen. Luft eignet sich daher u[m] rd. 300 ° abs schlecht für aerodynamische Versuche.

Die hier bei Gasen nachgewiesenen Unstetigke[iten] im Verlaufe der Zähigkeit kehren bei Kolloiden wi[eder] und bewirken die Phasenänderungen. Nebenhergehe[nde] Erscheinungen findet man in ähnlicher Weise beim [Gas] und Kolloid, so z. B. eine Opaleszenz beim kritisc[hen] Punkt des Wassers und bei Kolloiden, die zur Verseif[ung] neigen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Quan[ten]hafte im Naturgeschehen allenthalben wiederkehrt [und] durch die hier vertretene Anschauung eine einfache [Er]klärung findet. [B 354]

Die Möglichkeit der Weltraumfahrt

In meiner Abhandlung[1]) habe ich unter (11) einen Ansatz für die Raketenfahrt benutzt, der mit der Minimalbedingung für das Massenverhältnis $m_0 : m$ auf eine mit der jeweiligen Erdbeschleunigung im Abstande r übereinstimmende Bahnbeschleunigung führt, der dann eine doppelt so große Gesamtbeschleunigung entspricht. Daß dieser Ansatz, obwohl kein absolutes Minimum für $m_0 : m$ besteht, nicht, wie nach verschiedenen Zuschriften vermutet wird, willkürlich ist, läßt sich folgendermaßen zeigen: Nimmt man zunächst, was theoretisch möglich erscheint, ein n^2-faches der Erdbeschleunigung an, setzt also

$$\frac{d\,v}{d\,t} = n^2\, g\, \frac{a^2}{r^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1),$$

so folgt daraus durch Erweiterung mit $v\,d\,t = d\,r$ und $v = 0$ für den Erdhalbmesser $r = a$:

$$v\,d\,v = n^2\, g\, \frac{a^2}{r^2}\, d\,r\,; \quad v^2 = 2\, n^2\, g\, a^2 \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right) \quad \ldots \quad (1a).$$

Anderseits geht mit (1) die Grundformel (10) meiner Arbeit über in

$$-\,w\,\frac{d\,m}{m} = (1 + n^2)\, g\, \frac{a^2}{r^2}\, d\,t = (1 + n^2)\, g\, \frac{a^2}{r^2}\, \frac{d\,r}{v}$$

oder mit Gl. (1a)

$$w\,\frac{d\,m}{m} = \frac{1 + n^2}{n}\; \frac{g\,a\,d\left(\frac{1}{r}\right)}{\sqrt{2\,g\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right)}} \quad \ldots \ldots \quad (2).$$

Hierin nimmt aber das Verhältnis

$$\frac{1 + n^2}{n} = n + \frac{1}{n}$$

für $n = 1$ den Kleinstwert 2 an, was genau den Formeln und Schlußfolgerungen meiner Arbeit entspricht.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 651.

Man wird also für $n^2 > 1$, d. h. mit einem Vielfa[chen] der Erdbeschleunigung längs der Bahn, nur noch größe[re,] mithin ungünstigere Massenverhältnisse für die Rakete [er]halten als die Tabellenwerte meiner Arbeit. Außerdem [ist] zu bedenken, daß jede Vergrößerung der Gesamtbesch[leu]nigung mit einer solchen des scheinbaren Körpergewich[ts] verbunden ist und sehr bald für die Besatzung der Rak[ete] untragbar wird. Man darf eben nicht außer acht las[sen,] daß bei der Raketenfahrt der weitaus grö[ßte] Teil der anfänglichen Masse durch d[en] Ausstoß längs der Bahn verteilt wird, [so] daß immer nur ein geringer Bruchteil dem Bereich [der] Erdschwere entrinnt, während die jeweilige Raketenm[asse] nicht nur beschleunigt, sondern noch gegen die Erdschw[ere] gehoben werden muß. Daraus ergibt sich gerade das [un]günstige Massenverhältnis, wie auch der schlechte W[ir]kungsgrad der ganzen Vorrichtung.

Aber auch mit einem völlig anderen Ansatz für die [Be]schleunigung, z. B. nach Hohmann, kommt man [für] gleiche Auspuffgeschwindigkeiten w zu ganz ähnlichen M[as]senverhältnissen, die nur im Gegensatz zu mir von H[oh]mann für ausführbar gehalten werden, allerdings [n]unter Zuhilfenahme der Bremswirkung des Luftmantels [der] Erde bei der Rückkehr. Diese Aufgabe dürfte aber o[hne] vorherige Bremsung durch Treibmittel unlösbar sein, [da] andernfalls das Fahrzeug mit planetarischer Geschwin[dig]keit in die Lufthülle eintritt und darin durch Reibu[ngs]wärme zerstört wird, während sich im Falle der Treibmit[tel]bremsung ganz unmögliche Massenverhältnisse ergel[ben.] Eine weitere Zuschrift von A. B. Scherschews[ky] nimmt Bezug auf Untersuchungen des russischen V[or]kämpfers für die Raketenfahrt, Prof. K. E. Ziolkows[ky] in Kaluga, über die R. Lademann schon in der Z[.] Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt 1927, Heft 8, S. 177 [aus]führlich berichtet hat. Die von den meinigen weit [ab]weichenden Massenverhältnisse erklären sich einfach aus [der] unzulässigen Verbindung der Integralformel der Reakt[ion] für das schwerefreie Feld mit einem Ausdruck für die R[ela]tivbeschleunigung, wodurch die Integration im Schweref[eld] umgangen und falsche Ergebnisse erhalten werden. [N 5]

Danzig H. Loren[z]

Der Nürburg-Ring

Von Ing. L. Jonasz, Berlin

Anlage und Streckenführung — Bauausführung — Festigung der Straßendecke — Technische Einrichtungen und Baulichkeiten

Abb. 1
Streckenbild nach den ersten Trainingfahrten

Abb. 2
Krümmung und Bauwerk bei Adenau

ie neue deutsche Gebirgsrenn- und Prüfstraße für Kraftfahrzeuge, die in kaum zwei Jahren gebaut wurde, verdankt ihre Entstehung dem Bestreben, vielen Erwerbslosen in den Kreisen der Rheinprovinz beschäftigen. Aber auch ein seit langem gehegter, bis den großen Kaiserpreis im Taunus vor 20 Jahren zukreichender Plan, hat hier seine Vollendung gefunden. iherr ist der ärmste Kreis Deutschlands, der Kreis enau in der Eifel, der im Laufe der Bauarbeiten vom at rd. 8 Millionen Mark erhielt. Auf diese Weise war möglich, eine große Zahl Arbeitsloser des Regierungsirkes Koblenz und der anliegenden Kreise zu beschäf-n, wobei die Belegschaft manchmal bis auf 2500 Mann g. Nicht allein die produktive Erwerbslosenfürsorge r bestimmend, man dachte daran, diesem bisher stief-terlich behandelten Kreise neue Anziehungskraft zu en. Jedoch vor allem sollte hier für die Kraftwagen-ustrie eine erstklassige Prüfstrecke geschaffen werden.

An die Einweihung am 18. Juni schloß sich das Eröff-gsrennen für Motorräder an, dem am zweiten Tage es für Wagen folgte, obwohl die Straße in einigen len erst knapp vorher fertiggestellt worden war und nche Bedenken dagegen sprachen, die junge Straßen-ke gleich den Beanspruchungen eines oder mehrerer Rennen auszusetzen. Bis auf wenige Stellen, die aufzubessern und nachzuarbeiten sind, hat sich der Belag einwandfrei gehalten, Abb. 1.

Anlage und Streckenführung

Der Nürburg-Ring, nach der 8 km südlich von Adenau gelegenen Burgruine „Nürburg" benannt, liegt im Eiffelgebirge etwa 75 km von Köln, 60 km von Koblenz und 45 km von Bonn entfernt. Er hat die Form einer unregelmäßigen, in Nordsüdrichtung gelegenen Acht, Abb. 7. Für das Abstecken, das vom Juli 1925 bis Januar 1926 dauerte, war maßgebend, daß die Straße an Adenau vorbei, Abb. 2, um die Nürburg herumgeführt werden und vorzugsweise auf Gemeindeland liegen sollte. Besonders aber sollte sie als Versuchsstraße möglichst die Grenzfälle der beim Straßenbau auftretenden Steigungs- und Gefällverhältnisse enthalten. Die Rundstrecke ist durch Verbindungsschleifen derart unterteilt, daß sie zur Veranstaltung von Wettfahrten in vier verschieden lange Bahnen zerfällt. Vorerst die 28,3 km lange Gesamtstrecke, dann die nördliche große Schleife 22,5 km lang, weiter die 7 km lange südliche Schleife, nach dem Orte Müllenbach „Müllenbacher Schleife" genannt, und endlich die am Start- und Zielplatz gelegenen zwei parallelen Bahnäste, die durch über-

Abb. 3
Nördliche Schleife (Beton)

Abb. 4
Krümmung im Adenauer Forst, Bau der Packlage.

höhte Kurven, Abb. 3, verbunden, eine für Radrennen oder Motorradrennen geeignete, 2 km lange Grundbahn bilden. Die beiden erstgenannten Rundstrecken bieten nahezu die gleichen Geländeschwierigkeiten, so daß der Unterschied für Wettbewerbe auf der einen oder andern nur durch die verschiedene Länge bedingt ist. Südlich der Nürburg liegt im Schnittpunkte der Achterschleifen der Start- und Zielplatz.

Sobald ein Abschnitt an der Hand von Meßtischblättern 1 : 25 000 abgesteckt war, ging man sogleich an den Abhub des Geländes. Die Strecke liegt größtenteils im Einschnitt auf gewachsenem Boden, teils auf Anschüttung. Das Urgestein in der Baugegend ist Grauwacke. Diese wird im Laufe der Verwitterung lehmig, bei Wasserzutritt also als Straßenuntergrund wenig zuverlässig. Deshalb galt es, entgegen dem ursprünglichen Plan, eine wasserundurchlässige Straßendecke zu schaffen, die einen Dauerzustand verbürgt. Auf dem Nürburg-Ring wurde zum erstenmal in Deutschland die Aufgabe der Festigung einer neuen Automobilstraße gelöst; denn im Gegensatz zu der Bauweise, die bisher die wassergebundene Decke erst in späteren Bauabschnitten festigt, wurde hier die Festigung auf noch nicht festem Untergrund ohne Pause vorgenommen.

Bauausführung

Mit der Westdeutschen Bauunion, Köln, Baresel A.-G., Stuttgart, C. Altenberg, Köln, Perth A.-G., Köln, wurden auf Grund der Geländebesichtigung Einheitspreise, ohne Massenangabe, für Erdbewegung, Materialheranschaffung, Transport, Aufbau usw. festgelegt. Umfangreiche Förderanlagen mit Schmalspurbahnen, Seilbahnen, sowie ein späterhin eingesetzter großer Fahrpark von Lastkraftwagen und Schleppern wurden in Verwendung genommen. Der beste Straßenbaustoff, der vorzügliche Basalt der Eiffelkuppen, stand zur Verfügung und wurde an Ort und Stelle gewonnen. Nach dem Walzen des Plan hat man zunächst eine Packlage aus Basaltsteinen in e durchschnittlichen Dicke von 20 cm mit der Hand gebracht und festgewalzt. Darauf kam eine Lage Ba kleinschlag in 8 bis 10 cm Dicke, Abb. 4, die mit Ba splitt ausgefüllt und festgewalzt wurde. Man hat nur üblichen Straßenbaugeräte verwendet und bei jeder W rung — auch bei Frost — gearbeitet und die Decke festigt. Für die Walzarbeiten wurden auch auf den ste Strecken mit 17 vH Steigung 15 t-Walzen verwendet. N Beendigung der Oberflächenbehandlung hat man leich 10 t-Walzen eingesetzt.

Teils weil der befahrene Untergrund sich als n günstig erwies, teils weil auch auf den Waldbestand Rü sicht genommen werden mußte, um Windbruch zu meiden und den Baumbestand zu schonen, mußte die b gesteckte Strecke im Lauf des Baues mehrfach noch e ändert werden. Die Strecke sollte vollständig auf eige Gemeindegebiet liegen und keine bestehenden Straßen benutzen. Durchaus neu angelegt, weist sie keine K zung, kein Einmünden andrer Straßen, keine anliege Ortschaften oder Baulichkeiten auf. Sie ist ein Privat der sämtliche öffentlichen Verkehrswege über- oder un fährt. Da durchaus die Eigenheit der Landstraße gew werden sollte, ist die Anlage nicht als eine schnelle R strecke mit stark überhöht ausgebauten Kurven und la Geraden ausgeführt worden, sondern sie hat vielmehr ei gewundenen Kurs, der nicht weniger als 170 Kurven weist, wobei nur eine ungefähr 3 km lange Geradstre auffällt. Die Verteilung der Kurven ist daher nicht gle förmig. Am engsten liegen sie in km 22 bis 23 mit n weniger als 13 Kehren.

Von dem Gedanken ausgehend, daß allzu enge Kur mit kleinstem Krümmungshalbmesser — wegen der wendig eintretenden Verlangsamung der Fahrt — n die gleichen Schwierigkeiten bieten wie die Flachkur

Abb. 5. Längenprofil der Prüfungsstraße „Nürburg-Ring"

Abb. 6
Normaler Querschnitt des Nürburg-Ringes

man Haarnadelkurven, die um 180° wenden, verden. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist 30 m und mmt nur bei drei Kurven vor. Bei elf Kurven ist er bis 45 m, bei rd. 25 50 m, während die meisten als chkurven mit 150 bis 300 m Halbmesser ausgebaut worsind. Wenn solche Kehren im Gefälle liegen, stellen sowohl den Eigenschaften des Wagens durch den aufenden Seitendruck wie der Fahrkunst des Führers nicht u leichte Aufgaben.

Auch in den Gefällverhältnissen waren Grenzfälle zu ücksichtigen, Abb. 5. Die Steigungen sind so gewählt, zumeist 6 bis 12 vH Steigung und als Grenzfall 17 vH kommen. Da die Bahn nur in einer Richtung, im Uhrgersinn, befahren werden darf, ist Steigung und Gefälle rtechnisch nicht umkehrbar. Die Gefälle weisen Werte 1 bis 12 vH auf. Insgesamt hat ein Wagen, der die ıde einmal zurücklegt, einen Höhenunterschied von m zu überwinden. Um auch eine Prüfungsbahn schaffen, wie sie in bezug auf Steigung auf deutschen aßen sonst nicht vorkommt, wurde bei km 19, am soannten Karussell, eine außerhalb der Fahrbahn bezbare Steilstrecke eingebaut, die auf 450 m Länge eine igung von nicht weniger als 27 vH aufweist.

Das Querprofil der Straße, Abb. 6, wurde so vählt, daß eine vorzügliche Entwässerung möglich wird, ıe daß die Straßendecke jene den Automobilisten recht erwünschte Sattelung aufweist. Wir finden deshalb ein lerseitiges Quergefälle, das 2 vH in den Strecken mit gungen und 2 bis 3 vH in den wagerechten Strecken t. Die Entwässerung wird dadurch gefördert, daß in efähr je 50 m Entfernung seitliche Sickerschlitze auspart wurden, die in den Abzugsgraben oder unmittelnach dem Abhang zu münden.

Die Straßenbreite beträgt wenigstens 8 m, an manchen llen ist sie auch breiter. An die Fahrbahn schließt ı noch ein 1 m breites Bankett an. Der eine Bahnast beiden Parallelen an der Abfahrtstelle ist auf 20 m eitert. In je 500 m Abständen sind Ausweichstellen Material- oder Abstellplätze für haltende Wagen vorehen. An allen erforderlichen Punkten sind Fahrutzdämme mit Böschungswinkel 1 : 1 errichtet worden, wie die Straßendamm-Anschüttungen mit Stecklingen flanzt wurden.

Es wird oft gefragt, wie die Kurven in ihren Überungsverhältnissen behandelt wurden. Diese Frage war nit entschieden, daß man den Nürburg-Ring nicht zu einer nellen Straße im Sinne der gewöhnlichen Rennbahnen taltete. Die Kurven wurden deshalb im allgemeinen so viel überhöht, daß sie diesem Grundsatz und auch neuzeitlichen Anforderungen des Landstraßenbaues entechen, also höchstens mit 10 bis 15 vH. Nur eine, im rksten Gefälle liegende Flachkurve ist bis auf 20 vH erhöht worden, welches Maß sich nach der Innente zu auf etwa 5 vH vermindert. Entgegen der mancheres geübten Gepflogenheit wurde hier davon abgesehen, rven zu pflastern oder zu betonieren.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit, die beim ersten nnen am 19. Juni von dem Sechsliter-Mercedeswagen racciolas erzielt wurde, betrug nahezu 96 km; vor dem nnen wurde sie mit 85 bis 90 km geschätzt.

Bei den zahlreichen Über- und Unterführungen ist die aßendecke so gelegt worden, daß keinerlei Unterbreıng oder Abstufung vorhanden ist. Die in Beton ausührten Brüstungen betonen in ihrer Form den belasteten äger.

Die Festigung der Straßendecke

Die Festigung wurde jeweils nach einem der drei neuzeitlichen Hauptverfahren mit verschiedener Anwendung von Teer, Bitumen und Beton in eingehenden Beratungen des Großen Versuchsausschusses für den Nürburg-Ring bestimmt. Dieser Ausschuß setzt sich aus allen maßgebenden Behörden für den Straßenbau, aus einer Anzahl Wissenschaftler und Fachmänner des Straßenbaues sowie aus der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau zusammen. Der Versuchsausschuß wird weiterhin alle jene Fragen prüfen, die sich aus der Beobachtung der Wechselwirkung zwischen dem Kraftfahrzeug und der Straßendecke ergeben. Auch das Reichsverkehrsministerium hat den Nürburg-Ring als Versuchsstraße anerkannt.

Die Vielfältigkeit der angewandten Verfahren wird reiche Ausbeute an Erfahrungen ermöglichen. Die ganze Straße in Beton auszuführen, wäre dann möglich gewesen, wenn zwischen Herstellung des Straßenbettes und der Straßendecke so viel Zeitraum gelegen hätte, daß ersteres sich endgültig setzen konnte. Aus diesen und andern Gründen wurden daher nur die nahezu wagerechte Fläche des Start- und Zielplatzes und die Steilstrecke mit 27 vH Steigung in Beton ausgeführt.

Am Startplatze vor dem Zielhause beginnt die Bezeichnung der Strecke in Kilometern mit km 0, Abb. 7. Die beiden parallelen Äste der Straße sowie die benachbarten Nord- und Südschleifen sind nach der Rhoubenit- oder nach der Solidit-Bauweise gebaut. Hierfür waren große Betonmischanlagen für 2000 m² Tagesleistungen aufgestellt. Der Solidit-Stampfbeton wird unter Verwendung stark silikathaltigen Zementes aufgebracht, und zwar im Feld- und Überfeldverfahren, wobei die Stoßfugen mit Pappe verkleidet werden. Die Zusammensetzung dieses Betons schafft günstige Dehnungsverhältnisse für die bedeutenden Temperatureinflüssen ausgesetzte große Fläche. Die Dicke der Betonlage beträgt 20 cm.

Bei der Steilstrecke dagegen ist ein gemischtes Verfahren angewandt worden, indem man zuerst das Planum mit einer 20 cm dicken Unterdecke aus Beton überzogen und diese mit Soliditbetonplatten von $4 \times 35 \times 35$ cm³ abgedeckt hat. Diese Platten sind zur Vergrößerung der Adhäsion überdies noch gerillt. Selbstverständlich ist die Betonstrecke gleich der übrigen Straßendecke völlig staub- und kotfrei. Trotz verschiedener Bauweisen für die Deckenbefestigung ist die Körnung der obersten Splittschicht, die das Ganze als Straßenhaut überzieht, überall die gleiche.

Abb. 7
Streckenplan und Deckenbehandlung

Damit ist ein fast einheitliches Bild der Straßendecke erzielt, was fahrtechnisch zu begrüßen ist.

Die kleine Südschleife ist mit Bitumen in drei Emulsionsverfahren: Emulbit, Bitumuls und Cowabit, behandelt worden. Mittels Oberflächensprengung hat man 4 kg/m² Emulbit aufgetragen. Das zweite Erzeugnis Bitumuls ist teils durch Tränken mit 8 kg/m², teils durch Sprengen mit 5,5 kg/m² aufgebracht worden. Schließlich wurden noch zwei Tränkungen mit 8 kg/m² Cowabit ausgeführt. Emulsionen von Bitumen in Wasser zerlegen sich, sobald sie in das Deckmaterial dringen, indem das Wasser abgestoßen wird und das Bitumen oder bei Teeremulsionen der Teer die Decklage verkitten. Diese Emulsionen werden auf kaltem Wege durch geeignete Maschinen, Spritzapparate oder Kannen auf die getrocknete und sauber behandelte Schotterdecke aufgebracht. Die Leitungen und Düsen sind nur ausnahmsweise, um ein leichteres Fließen zu erzielen, erwärmt worden. Auf diese Weise verwandelt sich die Decke 6 bis 8 cm tief in eine wasserundurchlässige gekittete Schicht.

Bei km 7,8 fängt ein andres Verfahren an, wobei Essener Asphalt eingestreut worden ist. Bei dieser Art des Deckenbaues wird Hochofenschlacke — die feinkörnig gemahlen, geteert und mit Bitumenzusatz versehen ist — in einer Menge von rd. 50 kg/m² in die ungewalzte obere Schotterschicht eingebracht und in die Fugen eingefegt. Dann erst wird der Baustoff bei fortgesetztem Einstreuen festgewalzt. Dieses Einstreuverfahren ist bis km 9 durchgeführt. Von km 9 bis 13 ist eine neue Emulsion, der Vialit E, gebraucht worden. Im Gegensatz zu Vialit ohne Bezeichnung, wobei Teer vorherrscht, wird diese Bitumenemulsion zum Tränken und Sprengen verwendet. Nach der zweifachen Tränkung mit 8 kg/m² wird eine dünne Splittschicht aufgestreut, die durch den Straßenverkehr eingedrückt, der Decke ein asphaltartiges Aussehen verleiht. Die beiden benachbarten Kilometer sind mit Magnon, einer Teersuspension, behandelt. Auch hierbei wird bei Tränkung 8 kg/m² zugemessen. Von km 15 bis 18 ist wiederum Vialit in reiner Oberflächenbehandlung, Staubbindung durch eine an Teer reichere Emulsion mit 3 kg/m², verwendet worden.

Anschließend folgt das längste einheitlich behandelte Stück des Ringes, die von km 18 bis 28 reichende Teermakadam-Strecke. Auch dies ist ein Kaltverfahren, wobei die in eigenen Anlagen geteerten Schottermengen Arbeitstelle geschafft und dort als Decke in zwei Schic je nach Örtlichkeit 3 bis 7 cm dick ausgebreitet w sind. Hierbei wird der Basaltschotter zunächst trocknet, dann in geeigneten Apparaten geteert und au profilmäßig ausgeglichene Packlage oder auf die Sch decke in den genannten Dicken aufgebracht. Ein h Teeranstrich dient dazu, nach dem Walzen die Poren kommen abzudichten. Auch hier hat man mit fe Basaltsplitt zum Schlusse das Aussehen des gesa Straßenzuges gewahrt. Der Teermakadam aus heimischem Baustoff, der einen so großen Teil der D bildet, hat sich, wie die Erfahrungen des ersten Ren zeigten, auch hier vortrefflich gehalten, sowie überh diese neueste Automobilstraße in ihrer Ausführung enttäuscht hat.

Technische Einrichtungen und Baulichkeiten

Bei der Abfahrt und dem Ziel auf der in 616 m h liegenden Hochebene befinden sich das Zielhaus, das i ton ausgeführte Ersatzteillager für Rennwagen, ein in E und Eisenkonstruktion errichtetes Rennfahrerlager mit stellräumen, die Tribünen und Wirtschaftsräume, eine stellungshalle, eine große Tankanlage mit über 40 Brennstoffinhalt, ein Hochbehälter für Wasserbeschaf mit Pumpen- und Kläranlagen. Von den beiden U führungen unter den Rennstrecken dient die eine für Personenverkehr, die andre als Anfahrt zum Start In der Umgebung dieses 20 000 m² großen Hauptpl sind fünf Wagenparkstellen für die Besucher vorges

Ein um das ganze Streckengebiet in Erdkabeln legtes Telephonnetz verbindet die zehn Hauptbeobachter Strecke, die mit den Sanitätsposten in eignen Holzhäus untergebracht sind, sowie die 45 Hilfsbeobachter, i 500 m Entfernung aufgestellt, mit dem Zielplatz. M Lautsprecheranlagen, Zeittafeln, Rundenanzeiger und meldetafel werden die Wettfahrtergebnisse mitge Präzisionsapparate für den Zeitnehmerdienst befinden auf der Plattform des Zielhauses.

Das Ganze ist unter Berücksichtigung der neue Erfahrungen in Zusammenarbeit mit berufenen F leuten entstanden; damit ist für das gesamte Kraftf wesen ein Werk deutscher Tatkraft geschaffen wor das nach dem Ausspruche eines namhaften fremden F mannes seinesgleichen in der Welt nicht hat! [B 64

Kohlenstaubfeuerung für Schiffe

Nachdem man in Amerika auf der Staatswerft Navy League Island in Philadelphia reichlich ein Jahr lang Versuche mit Kohlenstaubfeuerungen für Schiffe gemacht hat, wird jetzt berichtet, daß die dabei verwendeten Apparate eine einwandfreie Verbrennung in schottischen Schiffszylinderkesseln mit normalem Feuerungsraum erzielt haben. Die außerordentliche Beachtung, die man in Amerika der Durchbildung der Kohlenstaubfeuerung entgegenbringt, geht daraus hervor, daß die Versuche mit Unterstützung der Marine, des Shipping Board und des Bureau of Mines durchgeführt wurden. Anfänglich wurden die Anlagen von drei verschiedenen Firmen erprobt, bei den letzten Versuchen, die in Gegenwart eines Vertreters der American Steamship Owners Association gemacht wurden, wurde nur noch die mit einer besonderen Luftwirbelung arbeitende Feuerung der Peabody Engineering Co. benutzt. Als Kohlenstaubmühle wurde die der Kennedy Co. ausgewählt.

Bei den Versuchen, die Anfang Juni gemacht wurden, stellte sich der Wirkungsgrad der Kesselanlage über 80 vH. Die Länge der Kohlenstaubflammen konnte auf 2,44 m beschränkt werden, was der Länge der Verbrennungsräume auf Schiffen etwa entspricht. Man verwendete bituminöse Kohlen verschiedenster Güte, darunter minderwertige Abfallkohlen. Die Anlage soll noch zwei Wochen im Dauerbetrieb erprobt werden und dann in ein Schiff der Federal-Klasse eingebaut werden. Da die Schiffe dieser Klasse teils Öl, teils Kohlenfeuerung haben, wird es möglich sein, einen Kostenvergleich mit andren Brennstoffen zu erhalten. („Nautical Gazette“, New York, 4. Juni 1927 S. 623 und 18. Juni 1927 S. 688; Marine Journal, New York, 1. Juni 1927)

[N 662] C.

30. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins

Zu dem Bericht in Z. Nr. 24 S. 865 teilt uns Prof. Mautner, Düsseldorf, hinsichtlich seines Vortrages „Lagerungsverhältnisse von Bauwerken im Bergbau-kungsgebiet“ folgendes mit:

„Die von mir gewählte Flächenlagerung eines Wa behälters im Bergbau-Senkungsgebiet erforderte kei unverhältnismäßig großen Baustoffaufwand. Es ist Vergleich der Entwürfe einwandfrei festgestellt worden, der Baustoffaufwand bei der Dreipunktlagerung ebenso wie bei der von mir gewählten Flächenlagerung ist.

Was die bezweifelte Größe der wagerechten Kräfte, ich mit dem vollen Wert der Reibungskraft einsetzte, belangt, so habe ich gelegentlich eines Vortrages auf 25. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins an einer Ausführung, die die von mir angewandten Gr sätze nur unvollkommen berücksichtigte, gezeigt, daß ßere Schäden durch Zerrungen und Pressungen aufgetr sind, die hätten vermieden werden können, wenn die mir angegebenen Grundsätze befolgt und namentlich Reibungskräfte für die Bemessung der wagerechten anspruchungen voll eingesetzt worden wären.

Im übrigen sind die Schwierigkeiten der Dreipunktl rung doch kaum als überwindbar anzusehen, weil Senk gen festgestellt sind, die im Monat bis zu 80 mm betru und bisher seit Beendigung des Baues 200 mm überschrit und Aufwölbungen des Geländes durch Pressungen der werksohle von 300 mm Höhe auf 2 m Länge entstan sind.“

[N 66

Fachsitzung „Dampftechnik"

legentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927.

Die Fachsitzung fand am 30. Mai unter großer Beteiling statt. Nach einer kurzen Ansprache an die Erschienen und einem Überblick über die in Aussicht genommene gesordnung der Sitzung, hielt der Vorsitzende Prof. erle, Darmstadt, den ersten Vortrag[1]):

Kupplung von Kraft- und Heizwerken.

Im Anschluß an seinen früheren Vortrag über den Einß des Hochdruckdampfes auf industrielle Dampfanlagen, Bd. 68 (1924) S. 1009, berichtete der Redner über einige izkraftwerke, die in der Zwischenzeit in Betrieb gekomen sind: Ein Textilwerk, das 40 bis 50 t/h Dampf und 3000 kW Energie verbraucht, hat bisher 80 vH der Energie aus dem Überlandnetz bezogen und den Dampf in ehreren getrennten Kesselanlagen erzeugt. Zur Erhöhung r Wirtschaftlichkeit wurden in einem als Kraftwerk ausbauten Teil einige Kessel für 20 at Druck und eine Gegenuckturbine für 1200 kW aufgestellt. Diese verbraucht bei ller Belastung rd. 18 t/h Dampf, der mit 4 at abs ins Heiztz abströmt. Zur Zeit werden weitere Kessel für 35 at und ne zweite Gegendruckturbine aufgestellt, die 2000 kW bei at Gegendruck leistet. Nach Fertigstellung dieser Anlage ird das Werk sich selbst mit Strom versorgen, so daß die ühere Ausgabe von über 400 000 ℳ jährlich entfällt, und infolge der Drucksteigerung auch die Wärmeausnutzung n etwa 20 vH günstiger ist, so wird auch entsprechend an ohlen gespart werden.

Ein wesentlich kleineres Textilwerk mit ähnlichen Aritsverhältnissen, Dampfverbrauch rd. 10 t/h, Kraftbedarf 500 kW, hatte bisher zwei Dampfkesselanlagen in 800 m bstand voneinander. Eine neu errichtete Kesselanlage für at und eine Turbodynamo mit 4 at Gegendruck versorgen un das Werk. Die erforderliche Kraft ist stets verfügbar, nd im Winter ist noch ein bedeutender Überschuß an Dampf orhanden, womit man Kraft erzeugen könnte. Die jährche Ersparnis an Strom- und Kohlenkosten dürfte rd. 0 000 ℳ betragen.

Ein Textilwerk mit rd. 15 t/h Dampfverbrauch und 00 kW Kraftbedarf sollte in der gleichen Weise versorgt erden. Als Heizdruck kamen 3 at in Betracht, der Kesseluck beträgt nur 15 at. Bei dem verhältnismäßig geringen ampfverbrauch, der im Sommer noch wesentlich abnimmt, onnte auf die notwendige Kraft nur dann gerechnet wern, wenn man den Gegendruck verminderte. Eine zweiufige Dampfturbine speist daher aus der ersten Stufe das eiznetz mit Dampf von 3 at, während der Abdampf von 1 at der zweiten Stufe zur Warmwasserbereitung dient. in Warmwasserspeicher von 160 m³ Inhalt gleicht die hwankungen des Kraft- und Wärmebedarfes aus.

Ein Textilwerk hat als Ersatz für drei Dampfkessellagen von rd. 30 t/h Gesamtdampfleistung und eine Konnsations-Dampfmaschine von 500 kW eine Kesselanlage für at errichtet, die über eine 160 m lange Leitung eine Zwillings-Kolbenmaschine von 2000 kW speist. Die Maschine gibt Dampf von 4 at an das weitverzweigte Heiznetz der Fabrik ab und verarbeitet nicht mehr Dampf, als für Heizzwecke gebraucht wird; die Kraft wird, soweit sie nicht der Betrieb verbraucht, an ein Überlandnetz abgegeben. Seit etwa zwei Jahren ist infolgedessen der Kohlenverbrauch des Werkes auf wenig über die Hälfte des früheren zurückgegangen. Außerdem deckt der Stromverkauf fast ein Drittel der Kohlenkosten.

Wichtig für derartige Anlagen sind möglichst niedriger Gegendruck, ferner Warmwasserspeicher, die auch für die Fabrikation notwendig sind, zum Ausgleich der Schwankungen im Kraft- und Wärmeverbrauch.

Die Wirtschaftlichkeit der Fernheizwerke zur Versorgung großer Stadtgebiete wird bedeutend verbessert, wenn man sich nicht auf Raumheizung beschränkt, sondern auch Fabriken mit Heizdampf beliefert. Die Schaffung günstig gelegener Blockkraftwerke unter Mitwirkung der öffentlichen Elektrizitätswerke zur Versorgung umliegender Fabriken und eines entsprechenden Stadtgebietes ist der aussichtsreichste Weg für die wirtschaftliche Nutzbarmachung des gekuppelten Kraft- und Heizwerks.

Dipl.-Ing. H. Uihlein teilt mit, er habe in den Industrien der Braunkohlenbriketts, des Sulfitzellstoffs, des Sulfitsprits, des Zuckers und des Hausbrandes, die zusammen nur rd. 8 vH des gesamten deutschen Steinkohlenbedarfs verbrauchen, etwa 25 kleinere und größere Betriebe gefunden, die mit Erfolg längere Zeit Überschußenergie an das Überlandwerk oder unmittelbar an andre Fabrikbetriebe abgeben. Eine Zusammenstellung dieser Betriebe wird im „Archiv für Wärmewirtschaft" veröffentlicht werden. Unter anderen habe die Vereinigte Bergbau A.-G. „Ilse" 6 Gruben mit 20 000 kW durch eine Hochspannungsleitung von 800 km vereinigt, die 300 Ortschaften versorgt. Die Fortuna- und die Beißels-Grube im Rheinlande liefern Strom an das Großkraftwerk Fortuna. Bekannt[2]) ist ferner, daß die Zuckerfabrik Grusbach, Rohrbach-Nestomitz, Überschußstrom an die Überlandwerknetze der Westmährischen Elektrizitäts-Gesellschaft Brünn und des Kraftwerkes Türmitz liefern.

Aus Abb. 1 und 2 ist zu ersehen, daß sich der Energiebezug ohne Störung in das Belastungsdiagramm der betreffenden Werke einpaßt, trotzdem die Energie nur während der wenigen Monate der Kampagne geliefert wird, weil sie gerade die Winterspitzen übernehmen kann. Infolgedessen hält sich z. B. die Höchstlast des Kraftwerkes Türmitz für das ganze Jahr ziemlich gleichmäßig auf 17 000 kW.

Daß sich der Gewinn aus der Verwertung der Überschußenergie lohnt, ergibt die Überlegung, daß es sich bei Heranziehung aller hierfür geeigneten Betriebe um 2,8 Milliarden kWh handelt, etwa das Doppelte der Jahreserzeugung aller reinen Wasserkraftwerke, fast genau so viel, wie die Jahreserzeugung aller Steinkohlen-Kraftwerke und 78 vH der Jahreserzeugung aller Braunkohlen-Kraftwerke Deutschlands.

[1]) Der Vortrag wird im „Archiv für Wärmewirtschaft" veröffentlicht.

[2]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 861.

Abb. 1
Zuckerfabrik Nestomitz (normaler Werktag)
a Krafterzeugung im Kraftwerk Türmitz
b Energiebezug von der Zuckerraffinerie
c Gesamtkraftbedarf

Abb. 2
Zuckerfabrik Grusbach in Rohrbach
a Lieferung von Zuckerfabrik I
b " " " II
c Netzbelastung

Die Gestehungskosten elektrischer Energie betragen heute bei Dampfanlagen mit Gegendruck 1,5 bis 2,4 ₰/kWh, gegenüber 3,5 bei Kondensationsanlagen und 3,4 ₰/kWh bei Wasserkraftanlagen. Hier entsteht auch die Frage, ob man bei neu zu errichtenden Gegendruck-Kraftanlagen die Kraft mit den ganzen Kosten des Kapitaldienstes oder nur mit den Kosten der Kraftmaschinen und den Mehrkosten der Kessel wegen des höheren Anfangsdruckes belasten soll. Die Anlagekosten zur Gewinnung der 2,8 Milliarden kWh Überschußenergie würden bei Gegendruckanlagen um 125 bis 165 Mill. ℳ weniger betragen als die von entsprechenden Kondensationskraftwerken und um rd. 1,17 Milliarden weniger als die von Wasserkraftwerken. Redner regte noch einmal an, durch Vermittlung unabhängiger Vereinigungen zuverlässige Angaben zu sammeln, um für jedes Industriegebiet den Verlauf des gesamten Kraft- und Wärmeverbrauches und daraus die bei Steigerung des Anfangsdruckes auf z. B. 40 at gewinnbare Überschußenergie zu ermitteln.

Dr.-Ing. Marguerre machte darauf aufmerksam, daß das vom Vortragenden gewählte Beispiel wegen der kurzen Benutzungsdauer einen unrichtigen Eindruck von der Wirtschaftlichkeit des hohen Druckes ergeben könne. 2000 Stunden Ausnutzung im Jahr seien wohl für ein Heizwerk für Gebäude und Wohnungen angebracht; für ein öffentliches Heizwerk, das im Tag- und Nachtbetrieb auch an die Industrie Dampf abgibt, kommt eine wesentlich höhere Benutzungsdauer in Frage. Dann verschiebt sich das Bild zugunsten der höheren Drücke.

Beim Vergleich zwischen eigener Krafterzeugung mit Abdampfverwertung und Bezug von Fremdstrom betrug früher der Unterschied im Kohlenverbrauch rd. 0,85 kg/kWh, weil das Elektrizitätswerk rd. 1 kg/kWh brauchte und der Mehrbedarf der Fabrik über die für Heizzwecke aufzuwendende Kohle hinaus 0,15 kg/kWh betrug. Heute kann man in neuzeitlichen Kraftwerken mit einem Kohlenverbrauch von 0,5 kg/kWh rechnen, was den möglichen Gewinn durch die Kupplung auf 0,35 kg/kWh herabgemindert hat. Die Aussichten der Kupplung von Heiz- und Elektrizitätswerken haben sich daher allgemein etwas verschlechtert. Die Kupplung wird sich immer auf besonders günstige Fälle beschränken müssen, da die Kosten von Übertragungsleitungen sehr hoch sind.

Die Frage der Anlagekosten, die über die Verwendung der höheren Drücke entscheidet, liegt ganz verschieden bei Gegendruckwerken und bei Kondensationsanlagen. Bei Betrieb mit Gegendruck muß man, um eine gewisse Menge an Dampf oder Wärme zu erzeugen, eine gewisse Menge Kohle verfeuern; infolgedessen steigen die Anlagekosten mit zunehmendem Kesseldruck erheblich. Kraftanlagen dagegen müssen eine bestimmte Anzahl von Kilowatt liefern, verbrauchen also bei höherem Kesseldruck und damit zunehmender Wirtschaftlichkeit weniger Kohlen. Das bedingt Ersparnisse in den Anlagekosten, die bei Gegendruckbetrieb nicht eintreten.

Vergleicht man die Kosten von Kesseln gleicher Heizfläche oder gleichen Kohlenverbrauchs allein, so nehmen mit dem Druck allerdings die Anlagekosten stark zu. Für die ganze Anlage von gegebener Leistung sieht die Sache aber anders aus. Zunächst hat der Dampf aus einem Kessel für 100 at rd. 15 vH mehr Arbeitsvermögen als der Dampf aus einem Kessel für 30 bis 35 at von gleicher Heizfläche, besonders wenn man die bei höherem Druck zulässige höhere Überhitzung anwendet. Auf gleiche Leistung bezogen, kann daher der Kessel für 100 at um 15 vH kleiner sein; auch die Kohlenstaubanlage und das Kesselhaus, ferner die Dampfmenge und damit die Kondensationsanlage werden kleiner, ebenso die Kosten für Wasserbeschaffung, die Bunker, die Kohlenförderanlage, der Kohlenplatz usw. Berücksichtigt man den verhältnismäßig nicht sehr großen Anteil der Kesselkosten an den Gesamtkosten einer solchen Anlage, so findet man, daß die Gesamtkosten gegenüber der Anlage für 35 at bei gleicher Leistung nur um wenige Hundertteile vermehrt werden.

Diese Feststellung stützt sich nicht nur auf Angebote. Die Anlage in Boston[3]) für 85 at, die seit 1½ Jahren in Betrieb steht, ist vor kurzer Zeit wesentlich erweitert worden, da sie nicht mehr kostet als die 20 at-Anlage. Bei einer Anlage für 100 at in Milwaukee hat sich ein Mehrpreis für 1 kW Leistung von rd. 6 vH gegenüber der alten 20 at-Anlage ergeben, obschon sie eine Erstausführung war.

Sind die Anlagekosten nicht wesentlich höher, so liegen die Voraussetzungen für die Anwendung höchster Drücke ganz anders als man bisher angenommen hat, und es ist dann nur eine Frage der Betriebsicherheit und der Überwindung technischer Schwierigkeiten, die sich bei 100 at ergeben können, ob der hohe Druck zu wählen ist.

[3]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 990.

Das Gesagte gilt allerdings nur für große Anlagen; hat keinen Zweck, Anlagen mit 50 t/h Dampfverbra für 100 at auszubauen oder zu errichten, es sei denn, man Kolbenmaschinen in Aussicht nimmt.

Auf Grund dieser Erwägungen hat das Großkraftw Mannheim eine 100 at-Anlage für 30 000 kW Leistung Angriff genommen.

Dir. O. Hartmann bemerkte, die Angabe im V trag, der Gewinn nehme verhältnismäßig bei höhe Gegendruck und bei höherem Anfangsdruck ab, treffe dann zu, wenn man auch bei höheren Drücken mit 4 Dampftemperatur rechnet. Bei Niederdruck sei aber di Temperatur gefährlich, bei hohem Druck könne sie Schaden für die Überhitzer gesteigert werden. Aus Vortrage sei ferner nicht zu ersehen, welche Kesselpr eingesetzt wurden; die Wirtschaftlichkeit einer Hochdru anlage hänge bekanntlich von den Kosten der Kessel- Maschinenanlage mit in erster Linie ab. Eine Kolb maschine, die nur die über den üblichen Drücken liegen Drücke ausnütze, müsse billiger sein, als eine Maschine gewöhnliche Betriebsdrücke, da der Hochdruckdampf k nere Arbeitsräume brauche. Das treffe auch für Dam turbinen zu. Die Schaffung billiger Hochdruckkessel ebenfalls im Gange. Auch bei kleinen Leistungen sei Eignung des Hochdruckdampfes gegeben, da die Kosten Maschine und des Kessels nicht höher zu sein brauchen bei gewöhnlichen Drücken.

Dr.-Ing. Deinlein erinnerte daran, daß Prof. Ebe vor 25 Jahren als damaliger Oberingenieur der wirtsch lichen Abteilung des Bayerischen Revisionsvereins in des Zeitschrift gezeigt habe, welche wirtschaftlichen Vort durch die Verwendung von Maschinenabdampf für die Dam kochung in Bierbrauereien erreicht werden, und gleichzei die technische Lösung für solche Fälle gegeben habe, das Heizdampfbedürfnis kleiner als die anfallende Dam menge ist. Er habe damit zum erstenmal die sogenan „Zwischendampfentnahme“ gekennzeichnet, die man neuerer Zeit auch „Anzapfung“ nennt. Die Pscho Brauerei in München sei damals den Anregungen Ebers gefolgt und habe es vertrauensvoll gewagt, eine sol Anlage zu erbauen. Die Neuerung habe sich vollauf währt und Anlaß zu ähnlichen Bauten, zunächst allerdi nur in Bierbrauereien, gegeben. Aber das Verfahren Anzapfung von Dampfmaschinen habe sich im Anschl daran auch in einer Reihe anderer Industrien verwi lichen lassen und sei nunmehr Gemeingut der Technik Wärmewirtschaft geworden. Eberle sei mehr oder wenig als Vater des Gedankens der Abdampfverwertung an sehen.

Prof. Eberle erwiderte auf die Ausführungen v Dr.-Ing. Marguerre, daß er nicht mit 2000, sondern 2700 jährlichen Betriebstunden gerechnet habe. Er der Ansicht, daß diese Betriebsdauer, die einem Benutzun faktor 0,31 entspricht, auch in Großkraftwerken ni überschritten werde. Heizkraftwerke werde man natürli nur bauen, wenn die Verhältnisse einen wirtschaftlich Erfolg erwarten lassen; die Möglichkeiten hierfür sei aber zahlreicher als vielfach angenommen werde.

Als nächster Redner hielt Prof. Dr. Thum, Darmsta den Vortrag

„Die Werkstoffe im heutigen Dampfturbinenbau“,

der in Z. Bd. 71 (1927) S. 753 erschienen ist.

Dr. Sipp: Dem Vortrag konnte der Eisengießer mit G nugtuung entnehmen, daß das unter der Bezeichnung „Perl guß“ allgemein bekannt gewordene, verbesserte Gußeis den steigenden Ansprüchen im Turbinenbau genügt. A Kennzeichen des neuen Werkstoffes wurden genannt: glei mäßiges Perlitgefüge ohne Ferrit, Graphit in feiner Vert lung, bei 2,5 bis 3 vH C und bis 2 vH Si. Während d früher im Turbinenbau verwendete Zylindergußeisen allg mein auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften, nä lich Bruch-, Biegefestigkeit und Durchbiegung, beurte wurde, tritt bei dem neuen Gußeisen das Gefüge als Maßst für die Beurteilung in den Vordergrund. Damit wird d Forderung entsprochen, die der Redner schon 1921 in d Hauptversammlung des Vereines deutscher Eisengießerei aufgestellt hat.

Wie schon der Vortragende sagte, zeigte das für Tu binen verwendete Zylindereisen die unangenehme Ersch nung des Wachsens. Das Wachsen des Gußeisens ist na dem heutigen Stande der Wissenschaft[4]) auf zwei Ursach zurückzuführen: die Umformung des gebundenen Kohle stoffs in graphitische Form und die besonders bei überhit tem Dampf auftretende Oxydation.

Die Umformung des gebundenen Kohlenstoffs in Graph wird in erster Linie durch Si hervorgerufen, in weit g

[4]) Vergl. „Gießerei-Zeitung“ Bd. 24 (1927), S. 229.

erem Maße durch C selbst. Voraussetzung für die Wir- der Oxydation ist das Netzwerk des Graphits, und je er und reicher dieses ist, desto leichter kann die Oxyda- fortschreiten. Nach Untersuchungen von Morschel[5]) die Sättigungsgrenze des Perlits an C um so niedriger, öher Si ist. Da jedoch, wenn der gebundene Kohlen- nur in Perlitform vorhanden ist, der übrige Kohlen- in Graphitform vorhanden sein muß, so ergibt das die lerungen:

Der Gehalt an Si soll mit Rücksicht auf die Umformung des gebundenen Kohlenstoffs in Graphit und mit Rücksicht darauf, daß der Graphitgehalt möglichst niedrig und der im Perlit gebundene Kohlenstoff möglichst hoch sein soll, niedrig sein.

Ebenso soll der Gesamtgehalt an Kohlenstoff so niedrig sein, wie es mit Rücksicht auf die Festigkeitseigenschaften möglich ist.

Nach dem Stande der Gießereitechnik werden die günsten Festigkeitseigenschaften bei etwa 3 vH C erreicht. für den Turbinenbau geeignetes Gußeisen muß demnach 3 vH C und möglichst weniger als 1 vH Si enthalten.

Es ist dringend erforderlich, daß sich unsere Konstruk- e ohne Säumen mit dem Wesen des Perlitgußeisens ver- t machen und es überall da anwenden, wo es Vorteile pricht. Dabei muß aber beachtet werden, daß ein Edel- , wie ihn der Perlitguß darstellt, höhere Erzeugungs- en bedingt und deshalb auch ein höherer Preis gerecht- gt ist.

Bei dieser Gelegenheit sei noch richtig gestellt, daß der Perlitguß nicht aus dem Elektroofen, sondern aus pelöfen gegossen worden ist[6]).

Dipl.-Ing. Meyersberg machte darauf aufmerksam, die Erkenntnis der großen Bedeutung des Perlitgefüges die Festigkeits- und anderen Eigenschaften des Guß- ns, ferner die erste planmäßige Erzeugung von Perlitguß Mannheim stammen. Neben vielen anderen Erfindungen, die Stadt Mannheim der Technik geschenkt hat, dürfte Erfindung des Perlitgusses nicht die geringste sein.

Dr.-Ing. S. Kießkalt: Bei einer Turbinenölfüllung n der Regel zum Ausgleich der abgezogenen Mengen von hlamm, Emulsion und Wasser monatlich ein Zusatz von g/kW, bezogen auf die Nennleistung, notwendig. Hat die ung mehrere Jahre gehalten und muß sie dann vollkommen euert werden, so kommt man im Monat auf einen Ölver- ch von 35 bis höchstens 45 g/kW, also wesentlich iger als bei Kolbenmaschinen. Dieser Verbrauch ist so ng, daß es ein Fehler wäre, zur Erzielung hoher Lebens- r der Ölfüllung die Maschine aufs Spiel zu setzen.

Die neueren Erkenntnisse der Lagerreibung haben sich unvollkommen in der Praxis durchgesetzt; man findet immer Kämme in Drucklagern und Schmiernuten in rlagern. Diese Fehler führen zu örtlichen Überhitzun- unter Umständen auf über 100 °, die zwar kein Aus- en oder Fressen verursachen, aber das Öl stark bean- chen. Ferner wird das Öl verdorben, wenn es aus dem ler an der Hauptventilspindel herunterläuft und dort hitzt und vielleicht verkokt wird. Dieses Lecköl darf mals in den Ölkreislauf zurückgeführt werden.

Daß Kühler und Labyrinthe kein Wasser in das Öl ein- n lassen sollen, ist selbstverständlich; ebenso selbstver- dlich sollte sein, daß man das Öl in der Turbine sorg- g davor hütet, daß es mit verseifbaren pflanzlichen oder schen Stoffen zusammenkommt. Gute Turbinenöle sollen ts Verseifbares enthalten. Trotzdem werden oft die Öl- lter mit Mennige oder Lack gestrichen; da es anschei- keinen öl- und wärmebeständigen Eisenanstrich gibt, fiehlt z. B. die Rhenania-Ossag, die Behälter überhaupt t zu streichen.

Gefährlich für Turbinenöle sind ferner die Lagerströme len Stromerzeugern, auf die zuerst Lasche mit Nach- k hingewiesen hat. Lagerströme verändern das Öl in dünnen Schmierschicht namentlich in Gegenwart von sser und Lack. Dabei entstehen hoch polymerisierte und dierte Stoffe, die die Emulsion fördern.

Dir. Ad. Mayer: Im Werk Langerbrugge[7]), das nun r als 1½ Jahre mit Dampf von 55 at und 425 bis 450 ° itet, haben sich nur wenig Anstände mit den Baustoffen eben. Eine Überraschung war anfangs, daß die Dampf- peratur statt 425 ° am Einlaßventil der Maschine, wie sichtigt war, 590 ° betrug, wobei in den Überhitzer- en wohl Temperaturen von 650 ° oder mehr geherrscht en mögen.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der bei niedrigerem ck ausgeführten Versuche von Prof. Hirshfeld, roit, wonach die Überhitzerrohre bei solchen Tempera- n sehr schnell abbrennen sollen, haben sich die Überhitzerröhren in Langerbrugge sehr gut gehalten. Seit Betriebsanfang sind nur zwei Rohre ausgewechselt worden, in denen kein ausreichender Dampfumlauf herrschte, und zwar in den ersten 14 Tagen; dies, obschon man für die Rohre gewöhnliches Schmiedeisen verwendet hatte, weil man nicht wußte, wie sich die verschiedenen Baustoffe bewähren würden, und deshalb den billigsten wählte.

Die Turbine arbeitete mit 590 ° am Einlaßventil, wobei das Gehäuse rotwarm war, ohne Anstand. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß man zum Schutz gegen allfälliges Überschreiten der Überhitzung zwischen Turbine und Lager eine Wasserstopfbüchse angeordnet hatte. Diese Wasserstopfbüchse verhindert auch die Präzessionsbewegungen der fliegenden Räder der Turbine, die mit 8000 Uml./min überkritisch laufen.

Auch die Einlaßventile haben nicht die Schwierigkeiten bereitet, die man erwartet hatte. Es war damals bekannt, daß in einer englischen Anlage bei rd. 30 at Überdruck die Ventile an den Kesseln, wenn sie einmal abgeblasen hatten, nicht mehr dicht schlossen, weil die Sitze weggefressen waren. Es wurden deshalb von Anfang an sechs Ersatzventile aus verschiedenen Baustoffen entworfen, die jedoch nicht gebraucht wurden, da sich das erste Ventil, dessen Ventilkörper und Ventilkorb aus Perlitguß besteht, gut bewährt. Auch der Stahlguß der Turbinengehäuse hat diesen Temperaturen standgehalten.

Die Anlage, deren Kessel von der englischen Babcock & Wilcox-Gesellschaft, deren Turbinen von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. geliefert wurden, hat sich so gut bewährt, daß den gleichen Fabriken vor etwa einem Monat der Auftrag erteilt wurde, sie vollständig auf Hochdruck umzubauen. Dabei wird eine Vorschaltturbine aufgestellt, deren Leistung rd. das Vierfache der Leistung der vorhandenen Vorschaltturbine betragen soll.

Hierauf sprach Obering. Stein über

selbsttätige Feuerungsregelung.

Der Vortrag wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.

Prof. Breinl erwähnte, daß außer AEG-Askania noch mehrere Fabriken solche Regler liefern. Die gleichzeitige Regelung von Kohle, Luft und Wasser sei natürlich verwickelter. Welchem Verfahren der Vorzug zu geben sei, werde erst der Dauerbetrieb ergeben.

Im Prager Elektrizitätswerk sind 12 bis 16 Kessel seit 1924 mit Roučka-Reglern ausgestattet[8]) und ihr Wirkungsgrad ist im Monatsdurchschnitt von 59 auf 75 bis 79 vH gestiegen. Die Regler und ihre Theorie sind noch ziemlich verwickelt, es ist aber Sache der Ingenieure, auf ihre Vereinfachung hinzuarbeiten.

Dipl.-Ing. Gropp[9]): Das Einhalten einer bestimmten Dampftemperatur bei allen Lasten des Kessels gehört besonders beim Hochdruckbetrieb zum schwierigsten Teil der Kesselbedienung. Ob es möglich sein wird, durch Hintereinanderschalten von Strahlungs- und Berührungsüberhitzern bei allen Lasten des Kessels praktisch gleiche Dampftemperaturen zu erreichen, ist noch fraglich.

Der AEG-Askania-Feuerungsregler hat an einem Kessel mit Kohlenstaubfeuerung, der früher einen Steinkohlen-Kettenrost hatte, seine Betriebsbrauchbarkeit bewiesen. Eine so genaue Feuerbedienung wie die durch einen Feuerungsregler erreicht man bei Handbetrieb nur dann, wenn man sehr geschulte und gewissenhafte Heizer hat. Mit Dampf-Luft-Regelung kann man bei Kesseln mit sehr geringem Wasserinhalt (Benson-Kessel als Grenze) arbeiten. Außerdem ist aber in allen Fällen die Nachregelung auf Grund des CO_2-Gehaltes notwendig. Beim AEG-Askania-Regler hat sich gezeigt, daß er allen Änderungen fast augenblicklich folgt und insbesondere den Unterdruck in der Brennkammer gleich hoch erhält, was für die Haltbarkeit des Mauerwerks wichtig ist.

Ein mit Feuerungsregler arbeitender Kessel braucht weniger Mauerwerk-Instandhaltung, doch dürfte die in Frage kommende Summe sehr klein sein. Läßt man alle Kessel nachts mit kleiner Last im Betrieb, wie Roučka oft vorgeschlagen hat, dann werden auch bei Handbedienung die Ausgaben für Mauerwerk-Instandhaltung kleiner. Allerdings fehlt dann die Zeit für kleinere Ausbesserungen, die man namentlich bei Hochdruckbetrieb nicht wird entbehren können. Das Überholen kleiner Armaturen oder das Neuverpacken von Flanschen wird bei Hochdruckbetrieb wesentlich häufiger notwendig.

Dazu kommt, daß ein Kessel mit geschlossenem Absperrventil und ohne Feuer keine Betriebstörung verursachen kann. Wenn im Kesselhaus keine Zugluft herrscht, also keine seitlichen Fenster geöffnet werden und die Rauchgasschieber leidlich dicht sind, so bleiben besonders die Kessel

[5]) Dissertation Berlin 1925.
[6]) Vergl. „Stahl und Eisen" Bd. 40 (1920) S. 1141.
[7]) Z. Bd. 70 (1926) S. 713.
[8]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 861.
[9]) Schriftlich eingereicht.

mit Kohlenstaubfeuerung auch über Nacht warm[10]). Ein Kessel mit Kohlenstaubfeuerung macht bei sehr geringer Last auch Schwierigkeiten, wenn man Kohle mit wenig flüchtigen Bestandteilen verfeuert. Beim Betrieb mit kleiner Last und besonders bei plötzlichen kürzeren oder längeren Betriebspausen Wasser auf den Rost zu spritzen, hat sich nicht bewährt.

Bei den Reglern muß man auch auf die Verschmutzung der Feuerräume Rücksicht nehmen. Ein soeben gereinigter Kessel, gemeint ist die Reinigung des Feuerraumes, der Gaskanäle und des Luft- oder Speisewasservorwärmers, ergibt bei richtiger Zumessung von Kohle und Luft und richtigem Brennkammer-Unterdruck eine höhere Dampfleistung als der gleiche Kessel nach mehrhundertstündigem Betrieb. Mit dem Rußbläser allein lassen sich die Gaskanäle nicht ausreichend rein erhalten.

Die Ersparnis an Heizern bei kleineren Kesseln wird allerdings dadurch aufgehoben, daß man zur Pflege der Regler einen Mechaniker braucht. Mit zunehmender Größe des Kessels wird der Feuerungsregler immer notwendiger, weil bei Großkesseln starke Lastschwankungen im Handbetrieb nicht mehr bewältigt werden können.

Dipl.-Ing. Zahn[11]): Nach Erfahrungen mit dem 400 m²-Kessel im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Kassel hat sich die gemeinsame Regelung von Luft- und Kohlenzufuhr (Vollautomatik) bewährt (Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades). Lastschwankungen bis 30 vH, die weniger durch Krafterzeugung als durch stoßweise Entnahme von Koch- und Hammerdampf bei einer Grundlast von Heizdampf vorkommen, können mit dieser Art der Regelung glatt bewältigt werden. Die Verbrennung folgt den Einwirkungen der Regler durchaus nicht so träge, wie vielfach angenommen wird. Die Luftregelung macht sich sozusagen augenblicklich bemerkbar. Der Einfluß des Brennstoffreglers war kü bei einem Versuch mit einem künstlich herbeigefü starken Belastungsstoß etwa nach 3 min deutlich er bar, obwohl der Rost schwach belastet war und aus kleinsten Vorschub beschleunigt wurde.

[10]) „Archiv für Wärmewirtschaft" Bd. 7 (1926) S. 121.

[11]) Nachträglich eingesandt.

Nach der Mittagspause sprach Dr.-Ing. Münzin über:

„Dampfkessel für Großkraftwerke mit besonderer Be sichtigung des Großkraftwerkes Klingenberg".

Der wesentliche Inhalt dieses Vortrages wird im Ra einer großen Veröffentlichung über das Großkraft „Klingenberg" erscheinen, die die VDI-Zeitschrift in V reitung hat. Am Schluß seines Vortrages führte der R folgendes aus:

„Es bleibt ein unvergängliches Verdienst der Ber Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. und insbesondere Direktors Martin Rehmer, daß sie es als erste ge haben, ein Werk, von dem die Versorgung einer Milli stadt abhängt, ausschließlich auf Kohlenstaubfeuerunge zubauen und es mit Kesseln von ungewöhnlicher Größe für ungewöhnliche Dampfspannung auszurüsten, die mit heißer Verbrennungsluft und im Regenerativverfahren vorgewärmtem Speisewasser arbeiten. Erst die Zu wird so ganz zeigen, wie sehr die gesamte deutsch dustrie durch diesen Weitblick und das in sie gesetzte trauen gefördert worden ist.

Lassen Sie mich, nachdem ich der Lebenden ge habe, auch des Toten gedenken, dessen Namen das trägt, des Ingenieurs voll Schöpferkraft, Selbstvertrauen Beharrlichkeit, Georg Klingenbergs. Möge es unseren nischen Bildungsanstalten gelingen, in die Herzen Schüler den Keim zu verpflanzen, aus welchem später hohen Tugenden emporblühen, dann braucht uns auch die Zukunft der deutschen Dampftechnik nicht bang sein."

Elektroglühofen für kleine Stücke

Für das Glühen von kleinen Stücken hat die Firma H. O. Swoboda, Inc., Pittsburg, einen elektrischen Glühofen konstruiert, der sich durch große Einfachheit und Wirtschaftlichkeit auszeichnet, Abb. 1. Die zur Aufnahme der Werkstücke dienenden metallischen Röhren *a*, zwölf an der Zahl, werden durch den elektrischen Strom erhitzt; sie sind außen mit einem feuerfesten Mantel *b* umgeben, dessen Enden in Wangen *c* liegen. Den äußeren Abschluß an den beiden Enden bilden die Deckel *d*, die, wie die Wangen *c*, ebenfalls aus einem feuerfesten Werkstoff bestehen. Die Heizröhren ragen in die Deckel hinein. Bei dem normalen Ofen haben die Heizröhren 50 mm l. Dmr. und rd. 1830 mm Länge.

Die Firma hat durch Versuche festgestellt, daß bei den in Frage kommenden Heiztemperaturen von 900 bis 1100 °C der spezifische Widerstand von gewöhnlichen handelsüblichen Stahlrohren ungefähr der gleiche ist wie bei Chromstahl oder Chromnickelstahl. Gewöhnlich wird gezogenes Stahlrohr für die Heizröhren verwendet. Aber selbst, wenn diese aus besonderen Gründen aus einem Edelstahl hergestellt sind, kann man, falls eine davon schadhaft wird, diese zunächst durch ein gewöhnliches Stahlrohr von gleichen Abmessungen ersetzen, ohne daß dadurch die Stromverhältnisse beeinflußt werden. Die Röhren kann man ohne großen Zeitverlust auswechseln.

Die fertig ausgeglühten Stücke fallen in ein Ölbad, aus dem sie mittels geeigneter Vorrichtungen weiterbefördert werden. Eine trichterförmige Haube *e*, deren Mündung unter dem Ölspiegel liegt, fängt die Öldämpfe auf und leitet sie als Schutzgas durch die Heizröhren, wodurch die oxydierende Wirkung der Luft auf die Röhren und die Werkstücke vermindert wird. Die Lebensdauer der Röhren ist daher sehr groß. Die Temperatur in den Heizkanälen wird durch Thermoelemente gemessen.

Der Stromverbrauch des Ofens richtet sich nach der Form der zu behandelnden Werkstücke. Als Höchstverbrauch ist 60 kW für eine Heiztemperatur von 900 °C angegeben. Der spezifische Energieverbrauch wird 0,22 kWh/kg für gewöhnliche Stücke angegeben. Transformator *f* dient dazu, die Netzspannung auf die den Ofen geeignete Spannung von 14 V für Dreipha strom und 42 V für Einphasenstrom zu erniedrigen.

[M 572] Wg.

Abb. 1 Elektroglühofen für kleine Stü

a Metallröhren zur Aufnahme der Werkstücke
b feuerfester Mantel der Metallröhren
c Wange } aus feuerfesten Werkstoffen
d Deckel }
e trichterförmige Haube
f Transformator

RUNDSCHAU

Werkstoffprüfung

Diamant-Härteprüfmaschine Bauart Vickers

Daß die stattliche Zahl der bekannten Härteprüfverfah- und Härteprüfmaschinen und -geräte noch immer nicht Wünsche zu befriedigen und allen Zwecken zu genügen inen, beweist der Entwurf der seit kurzer Zeit auch auf kontinentalen Markt erscheinenden Diamant-Härteprüf- hine Bauart Vickers. — Der Bau dieser Maschine wird verschiedenen Mängeln und Schwächen des Brinellschen eldruckverfahrens begründet:

. Massenträgheitsmoment durch zu schnelles Aufsetzen der Prüflast. (Kommt bei geeigneter Bauart der Prüfmaschine nicht in Frage.)
. Verschiedene Belastungsdauer. (Muß durch sorgfältige Bedienung auf ein zulässiges Maß herabgedrückt werden.)
. Formänderung des Prüfstempels (Kugel) bei der Prüfung von hartem Material. (Begrenzt die Anwendbarkeit der Brinellschen Kugeldruckprobe auf Werkstoffe bis zu einer Härte von etwa 560 Brinell.)
. Mangelnde Vergleichsfähigkeit der bei verschiedenen Prüflasten erhaltenen Härtezahlen infolge geometrischer Unähnlichkeit der Eindrücke. (Durch Normung DIN 1605 geregelt.)
. Irrtum durch Meßfehler. (Kommen bei allen anderen Verfahren in gleichem Ausmaß zur Geltung.)

)ie Härteprüfmaschine Bauart Vickers, Abb. 1, besteht aus m Hauptgestell *a*, von U-förmigem Querschnitt, das den h *b* und den einarmigen Hebel *c* von der Übersetzung :0 trägt, mit dessen Hilfe die Prüflast auf den Stempel *d* virkt, der an seinem Ende den Diamanten *e* trägt. Der nant, Abb. 2, bildet den Eindruckkörper und hat die n einer Pyramide mit quadratischer Grundfläche; durch e Form werden geometrisch ähnliche Eindrücke erhal- wie sie von dem Kickschen Ähnlichkeitsgesetz gefordert den. An dem Hauptgestell ist ein Gehäuse *f* angebracht, oben den Antrieb der Maschine trägt. Der Stößel *g* be- t sich unter dem Einfluß der Scheibe *h* auf und ab, jedes- belastend oder entlastend auf den Prüfstempel wirkend. Gewicht *i* bewirkt die Drehung der Kurvenscheibe *h* eine Ölbremse (bei *f*) regelt die Drehgeschwindigkeit, durch Schrauben eingestellt werden kann. Ein

Abb. 2 Form des als Eindrückkörper dienenden Diamanten bei der Diamant-Härteprüfmaschine, Bauart Vickers

Fußtritt auf das Pedal bringt das Gewicht und die Kurvenscheibe in ihre Anfangstellung zurück. Die Prüflast ist verhältnismäßig gering, im allgemeinen 50 kg, infolgedessen sind die Eindrücke sehr klein, machen also die zu prüfenden Gegenstände nicht zum Ausschuß. Die Härtezahl errechnet sich aus dem Ansatz:

$$\text{Härtezahl} = \frac{\text{Prüflast}}{\text{Pyramiden-Querschnitt}}.$$

Der Eindruck wird mit einem Mikroskop abgelesen, das an der Maschine schwenkbar befestigt ist. Künstliche Beleuchtung des Eindruckes erleichtert die Ablesung.

In Abb. 3 ist eine solche Ablesung dargestellt; es wird die Diagonale des quadratischen Pyramideneindruckes gemessen und an der Seite des Mikroskop-Okulars abgelesen. Die Härtezahlen werden den mitgelieferten Zahlentafeln entnommen, in denen auch die entsprechenden Brinellhärtezahlen enthalten sind.

Bei der praktischen Anwendung, wenn z. B. gewisse Härtegrenzen eingehalten werden müssen, kann eine besondere Einrichtung das Ablesen erleichtern mit Hilfe einer dritten Schneide, die in das Mikroskop an der optisch gegebenen Stelle eingesetzt wird und in Abb. 4 bis 6 dargestellt ist. Abb. 4 zeigt einen zu harten, Abb. 5 einen richtigen und Abb. 6 einen zu weichen Werkstoff.

Die Versuchsdauer soll mit Hilfe des Einstellventiles für praktische Zwecke auf 10 s und für wissenschaftliche Untersuchungen auf 30 s eingestellt werden. Die Maschine wird hauptsächlich zum Prüfen von harten Stählen, Werkzeugen u. dgl. empfohlen und dürfte hierbei zweifellos das ihr zukommende Arbeitsgebiet haben.

In ausgedehnter praktischer Anwendung muß sich erst herausstellen, ob gewisse Bedenken gegen die Verwendung eines Diamanten als Prüfkörper, gegen die verhältnismäßig geringe Prüflast und somit kleine Eindrücke gerechtfertigt sind. [M 385]

Schweinfurt Ing. P. Wilh. Döhmer

Abb. 1 Härteprüfmaschine Bauart Vickers

a Hauptgestell
b Tisch
c einarmiger Hebel
d Spindel
e Diamant
f Gehäuse
g Stößel
h Kurvenscheibe
i Gewicht
k Mikroskop

Bagger

Löffelgroßbagger im amerikanischen Kohlentagebau

Die Löffelbagger sind in den Vereinigten Staaten erheblich mehr verbreitet als in Europa. Die mittleren und kleineren Bauarten werden in ausgedehntem Maße zum Straßenbau und allen übrigen Bauarbeiten herangezogen, so daß auch auf diesem Gebiete die Handarbeit stark zurückgedrängt wird. In den letzten Jahren sind in den amerikanischen Kohlengegenden wiederholt Löffelbagger von außergewöhnlichen Abmessungen in Betrieb genommen worden.

In den Steinkohlen-Tagebauen von Pennsylvanien ist das über der Kohle lagernde Deckgebirge vorwiegend felsiger Natur, so daß die in Deutschland sehr zweckmäßig im Braunkohlentagebau angewandten Eimerkettenbagger in der Regel nicht in Frage kommen. Die großen Löffelbagger bis 6 m³ Löffelinhalt sind im Laufe der Jahre ausschließlich von den Firmen Bucyrus in Milwaukee (Wisconsin) und Marion in Marion (Ohio) planmäßig entwickelt worden[1]).

[1]) Die deutsche Baumaschinenfirma Menck & Hambrock, Altona, wird demnächst einen Löffelbagger von 6,5 m³ Löffelinhalt, allerdings für den Betrieb in einem Steinbruch, in Betrieb setzen.

Abb. 3 Gewöhnliche Ablesung

Abb. 4 bis **6** Ablesungen mittels einer dritten Schneide
Abb. 4 zu harter, Abb. 5 richtiger, Abb. 6 zu weicher Werkstoff

Abb. 3 bis **6** Ablesungen bei der Diamant-Härteprüfmaschine

Abb. 7
Schienen-Großlöffelbagger im Kohlentagebau, Bauart Marion

Abb. 8
Unterteil eines Raupengroßbaggers mit vier Doppelraupen, Bauart Marion

Im Anthrazittagebau der Cranberry Creek Kohlengesellschaft in der Nähe von Hazelton in Pennsylvanien steht der Bagger unmittelbar auf der Kohle, und die geschürften Gesteinmassen werden durch Normalspurzüge weiterbefördert. Um das felsige Deckgebirge aufzulockern, werden von Zeit zu Zeit Sprengungen vorgenommen, damit die beim Baggern auftretenden Grabwiderstände überwunden werden können. Immerhin sind die Beanspruchungen, die beim Losbrechen der Felsbrocken in den mechanischen Teilen und den Seilen des Baggers ausgelöst werden, sehr hoch und stellen an die Güte der verwendeten Werkstoffe und an die Zweckmäßigkeit der Konstruktion weitgehende Anforderungen. Auch einzelne große Steinquader bis zu etwa 40 t Stückgewicht vermag der Löffel aufzunehmen und in die rd. 25 m³ fassenden Eisenbahnwagen abzusetzen.

In der neuesten Zeit ist man dazu übergegangen, an Stelle der auf Schienen laufenden Bagger, Abb. 7, neue Modelle zu bauen, die sich auf Raupenbändern fortbewegen, und zwar ohne Rücksicht auf die Unebenheiten des Geländes. Damit die Bodendrücke der Raupen nicht allzu hoch, d. h. nicht über etwa 2 kg/cm² im Ruhezustand, ausfallen, hat man vorteilhaft vier Doppelraupen angewendet, Abb. 8.

Bucyrus verlagert den Unterwagen des Baggers in drei Punkten und erhält so eine gleichmäßige Kraftübertragung auf die vier Fahrgestelle der Doppelraupen. Marion hingegen wählt eine patentierte Vierpunktlagerung des Unterwagens und trägt dafür Sorge, daß ein Kräfteausgleich durch eine hydraulische Verbindung der vier zugehörigen Verlagerungszylinder untereinander hergestellt wird. Die Verlagerungszylinder befinden sich unmittelbar über den Doppelraupen, Abb. 8, so daß auch beim Schwenken des Baggers sowie bei Bodenunebenheiten alle vier Punkte in gleicher Weise an der Kraftübertragung teilnehmen und damit schädliche Zusatzbeanspruchungen des Unterwagens ausschalten. Alle vier Doppelraupen nach Marion haben getrennte Antriebe, und beliebige Krümmungen können durch entsprechendes Steuern seitens des Baggerführers durchfahren werden. Im allgemeinen wird jedoch der Bagger nur ziemlich selten verfahren, und zwar nach Maßgabe des verhältnismäßig langsamen Fortschreitens des Kohlenabbaues.

Als Antriebenergie kommt seltener Dampfkraft, zumeist Drehstrom in Frage. Die Erfahrungen in der Handhabung der Elektrobagger haben gezeigt, daß die Regelung mit Gleichstrom zweckmäßiger und wirtschaftlicher ist. Maschinen derartiger Größe erfordern hohen Kraftaufwand für die einzelnen Bewegungen, und die im Betriebe auftretenden Spitzenleistungen spielen eine wichtige Rolle. Um möglichst große Drehmomente beim Auftreten der Schürfwiderstände zu erzielen, benutzt man trotz höherer Anschaffungskosten einen Satz von fünf Maschinen in Ward-Leonard-Schaltung. Dieser Umformersatz besteht aus zwei Gruppen. Die Hauptgruppe umfaßt den Synchronmotor, den Hauptstromerzeuger für das Hubwerk und die Erregermaschine. Die Hilfsgruppe, die elastisch mit der Hauptgruppe gekuppelt ist, setzt sich aus dem Stromerzeuger für den Vorschub und dem Stromerzeuger für das Drehwerk zusammen.

In Abb. 9 ist die gesamte Maschinenanordnung auf der Oberwagen-Plattform wiedergegeben. Auf der Vorderseite befinden sich der Führerstand und das Drehwerk *a* nebst dem 105 PS starken Antriebmotor, dicht dahinter ist die Hubwinde *b* angeordnet, die von zwei 175 PS-Moto[ren] angetrieben wird. An der hinteren Seite des Windenr[ah]mens ist die kurze Trommel *c* zum Aufwinden des Auslegs angebracht, die von den Hubmotoren durch Schneckenr[ad]übersetzung in Drehung versetzt werden kann. Zu erwähn[en] ist noch die auf der vorderen Seite neben dem Drehw[erk] befindliche, durch einen kleinen Motor betätigte Vorri[ch]tung zum Öffnen der Löffelklappe. Hinter den Maschin[en] befindet sich der Umformersatz *d* und die übrigen el[ek]trischen Apparate, Schalttafeln und dergl. Ein Geg[en]gewicht von etwa 80 t in Form von Gußplatten sichert [die] Standfestigkeit des drehbaren Oberteiles am hinteren E[nde] der Plattform. Das Dienstgewicht des vollständigen Gr[oß]baggers beträgt rd. 450 t.

Abb. 9
Maschinenplattform eines elektrisch betriebenen Großlöffelbaggers
a Drehwerk *b* Hubwinde *c* Auslegerwinde *d* Umformersatz

Abb. 10
Löffel von Löffelbaggern für 6 m³ und 0,5 m³ Inhalt

Der etwa 30 m lange Ausleger wird von Bucyrus als
ıcher, jedoch äußerst fester Kastenträger durchgebildet;
.on anderseits bevorzugt einen durch Querverbände
ausgesteiften Gitterträger. Dieser hat im mittleren Teil
Aussparung, durch die sich der Löffelstiel hindurch-
ɜgen kann. Eine besondere Eigentümlichkeit fast aller
ɾikanischen Löffelbaggerwerke (es gibt deren etwa 30,
denen der Verfasser über die Hälfte besucht hat) ist
Ausfütterung der Löffelstiele mit Eichenholz oder Hart-
. Das Holz soll dem Stiele die notwendige Nachgiebig-
und die kräftige Stahlblechbewehrung eine große Wider-
dfähigkeit gegen die Verdrehungsbeanspruchungen beim
ɔen verleihen, eine Auffassung, die von der Mehrzahl
deutschen Löffelbaggerfirmen nicht geteilt wird.
Große Aufmerksamkeit wird der Ausbildung des Löf-
Abb. 10, mit Zubehör gewidmet, und auf Grund lang-
iger Erfahrungen verwendet man als Werkstoff nur
stwertige Stahlsorten. Marion nimmt nicht nur die
ızähne, sondern die ganze Vorderwand des Kübels aus
ganstahl. Insbesondere liefert die American Manganese
Co. kurz „Amsco“ genannt, für zahlreiche Bagger-
en als Sonderfabrikat diese Manganstahlkübel mit den
ızähnen, ebenso andre Manganstahlteile, wie z. B.
ɔenglieder, Kettenräder usw. Durch die Massenfertigung
ɜr Einzelteile hat diese Firma große gießereitechnische
hrungen in der Formgebung dieses Werkstoffes, so daß
wöhnlich saubere Gußstücke hergestellt werden, die
erlei Nacharbeit bedürfen.
Durch die Verwendung der erwähnten Ward-Leonard-
üstung ist beim Graben des Löffels beim Auftreten
ɪn Widerstandes die Grabgeschwindigkeit sehr gering
steigt dann beim Heben des Löffels bis auf etwa
/min, die mittlere Grabgeschwindigkeit beträgt etwa
ı/min. Die Schwenkgeschwindigkeit des drehbaren
teiles beträgt ungefähr 2 Uml./min. Die Förderleistung
s derartigen Abraum-Großbaggers kann bei geschultem
enungspersonal und mittleren Förderwegen 50 bis
piele, entsprechend 300 bis 500 m³/h betragen.
Die Anwendung der Löffelbagger beschränkt sich auf
Abtragen der ü b e r der Baggersohle liegenden Stein-
Erdmassen. Um die u n t e r der Baggersohle liegen-
Massen abzutragen, kann der Löffelbagger in der Regel
in den Eimerseilbagger in einfacher Weise umgestellt werden. Die Schürftiefe kann bis zu 22 m betragen, entsprechend dem Winkel, unter dem der Ausleger eingestellt wird. Der Schürfkübel kann wenigstens 8 m über die durch die Auslegerspitze gehende Senkrechte hinausschwingen, so daß hierdurch der Arbeitsbereich erheblich erweitert wird.

Während das Schürfseil auf die Hubtrommel aufgewickelt wird, wird bei Umstellung zum Eimerseilbagger das Hubseil auf eine zweite Trommel gewickelt, die im hinteren Teile des Windenrahmens erhöht gelagert ist.

Außer in den Kohlentagebauen sind die vorbeschriebenen Großbagger auch in den Eisenerztagebauen Nordamerikas, namentlich im Staate Minnesota anzutreffen.

Dresden [M 460] Dr.-Ing. W. F r a n k e

Hebezeuge

Konstruktive Ausbildung von Laufkranen in Amerika

Eine vielumstrittene Frage im Kranbau ist die Verwendung von genieteten oder Gußstahlträgern für die Kopfenden der Laufkatzen. Es scheint, als sei die Herstellung durch Benutzung von Profileisen und Stehblechen billiger und die Konstruktion leichter. Bei der Beurteilung der Kosten wird aber leicht übersehen, daß häufig eine bestimmte Bauart für mehrere Stellen gebraucht werden kann. Da zudem für die Radstände bestimmte Normen aufgestellt sind, so lassen sich die für die Gußstücke hergestellten Modelle öfter verwenden, wodurch die Kosten so weit heruntergehen, daß sie nicht höher als für genietete Träger werden. In Amerika ist man so weit gegangen, daß man sogar die Kopfträger an den Kranwagen aus einem Stahlgußstück herstellt. Abb. 11 zeigt die Form des Trägers, an dem sich auch die Lager in einfachster Form befinden. Aus der beiderseitigen Anordnung der Lager geht hervor,

Abb. 12
Stahlguß-Kopfträger für große Belastung

daß nur ein Modell für beide Träger notwendig wird; auch der Zusammenbau ist sehr einfach. Abb. 12 zeigt eine Ausführung für sehr große Belastung einer andern Firma. Wenn für den Kranwagen diese Konstruktionen in Amerika seltener zu finden sind, so werden die Träger an der Katze ausschließlich aus Stahlguß gebaut. Hier lassen sich die Vorzüge des Gußstückes durch die größere Anzahl anzugießender Lager ganz besonders ausnutzen. Abb. 13 zeigt eine Katze für zwei Hubwerke, bei der die Lager für die Wellen und Trommeln alle in gleicher Höhe liegen. Wenn auch diese Ausführungen ein wenig schwerer werden, so sind die dadurch sich ergebenden etwas höheren Betriebskosten mehr als ausgeglichen durch die größere Betriebsicherheit.

In Amerika ist man von der Benutzung von Schneckenradübertragungen ganz abgekommen und ist allgemein im Kranbau zu den Stirnradübersetzungen übergegangen. Die Schnecken baute man gern wegen der Selbsthemmung ein, die bei etwaigem Versagen des Stromes die Last zum Stillstand brachte. Schneckenradübertragungen mit Selbsthem-

Abb. 11
Kranwagen-Kopfträger aus Stahlguß

Abb. 13
Katze für zwei Hubwerke. Die Lager für die Wellen und Trommeln liegen alle in gleicher Höhe.

Abb. 14
Vorgelege mit Druckumlaufschmierung

mung haben aber einen schlechten Wirkungsgrad, ferner bedarf dieser Antrieb einer viel größeren Wartung als andre Übersetzungen, die jedoch bei Kranen nicht immer gewährleistet ist. Durch die gekreuzte Lage der Wellen zueinander und ihren Höhenunterschieden ergeben sich konstruktive Unbequemlichkeiten.

Das gewünschte Übersetzungsverhältnis läßt sich mit Stirnradvorgelegen ebensogut erreichen. Man zieht Kranmotoren mit weniger als 1000 Uml./min wegen der gröberen Ausführung aller Teile vor und legt einen großen Betrag der Übersetzung in das über Rollen geführte Seil, wodurch sich neben geringeren Querschnitten des Seiles höhere Umlaufzahlen für die Trommel ergeben. Als weitere Folge erzielt man kleinere Drehmomente, die bedeutend dünnere Zahnräder und Wellen zulassen. Drei Räderpaare reichen in den schwierigsten Fällen, in der Regel aber genügen zwei, s. Abb. 13.

Bei den Vorgelegen wird entweder an den Träger ein Kasten angegossen, in dem, auf kurzen Wellen sitzend, die Räder fest eingekapselt werden, wobei man zweckmäßig eine Druckumlaufschmierung vorsieht, Abb. 14, oder man keilt die Zahnräder und Ritzel auf lange Wellen, die auf beiden Seiten auf den Trägern gelagert sind. Hierbei steht es frei, staubdicht einzukapseln oder nur einen Blechschutz anzuordnen, Abb. 13.

Für die übrige Konstruktion ist bemerkenswert, daß die Motorwellen nach beiden Seiten durchgehen. Auf dem einen Ende sitzt ein Ritzel, auf dem andern eine Bremsscheibe. Durch diese Anordnung erübrigt sich eine Kupplung, die sonst notwendig wäre, um ein Spiel der Ankerwelle in Achsrichtung zwecks Einstellung ins magnetische Feld zu ermöglichen. Dieses Spiel ist aber dadurch gewährleistet, daß sich Ritzel und Bremsscheibe mit der Ankerwelle nach beiden Seiten bewegen können. Auch die zwei Lager, die vor und hinter der Kupplung nötig wären, fallen fort, wodurch sich eine gedrungene, übersichtliche Konstruktion ergibt.

Als Bremsen dienen Band- und Backenbremsen an der Motorwelle, und an der zweiten Übersetzung entweder eine Lastdruckbremse oder eine Bandbremse mit magnetischer Betätigung, sehr häufig aber auch die elektrische Bremsung mit Hilfe des Motors zum Zwecke des Lastsenkens. Ne[illegible] dings bürgert sich besonders für Brückenkrane die L[illegible] druckbremse (Westinghouse) immer mehr ein, die [illegible] sanftes Anhalten der Katze ermöglicht, so daß übermä[illegible] große Schübe in Längsrichtung der Brücke verhindert wer[illegible]

Der Kranwagenantrieb läßt sich nach den besproche[illegible] Gesichtspunkten sehr einfach und zweckentsprechend [illegible] bilden, Abb. 15. Der Motor hat elektrische Bremsung, [illegible] vom Führer bediente Fußbremse wirkt auf die Sch[illegible] neben dem Motor. Der Radschutzkasten ist fortgenomm[illegible] so daß die einfache Übersetzung sichtbar wird. Die W[illegible] überträgt die Kraft von der Mitte aus nach beiden Se[illegible] auf ein mit dem Laufrad auf dieselbe Welle gekeiltes Za[illegible] rad. Die in Amerika allgemein übliche Ausbildung [illegible] Lager für Laufräder, bei der die untere Lagerschale [illegible] fällt, ist in Abb. 16 deutlich zu erkennen. [M 210]

Barmen W. G. Diene[illegible]

Luftfahrt

Französischer und belgischer Luft[illegible] verkehr

Das Netz der französischen Luftlinien steht seinem [illegible] graphischen Aufbau nach in der Mitte zwischen denjeni[illegible] Deutschlands und Englands. Für die deutsche Luftf[illegible] bildet der innerdeutsche Verkehr den tragenden Pfe[illegible] Eine große Anzahl von Linien durchzieht das ganze Rei[illegible] gebiet, und nur ein Teil davon ist über die Grenzen [illegible] den Hauptstädten der benachbarten Staaten verlängert. [illegible] deutscher Kolonialluftverkehr besteht nicht, da Deutschl[illegible] keine Kolonien mehr hat. In England betreibt demge[illegible] über die Imperial Airways Ltd. nur eine einzige in[illegible] englische Linie von geringer Bedeutung und beschrä[illegible] sich in der Hauptsache auf die Verbindung Londons [illegible] dem Festland. Dabei betrachtet sie aber auch diese Li[illegible] im Grunde als Versuchsstrecken, erblickt die eigentl[illegible] Zukunft des englischen Luftverkehrs in der Erschließ[illegible] des ausgedehnten britischen Kolonialreiches und hat ei[illegible] Anschluß des ersten zu diesem Zwecke eröffneten F[illegible] dienstes von Kairo nach Karachi an den Luftverkehr [illegible] Mutterlandes vorläufig für unnötig gehalten.

Abb. 15
Amerikanischer Kranwagenantrieb (Räderschutz entfernt

Abb. 16
Lagerung für Laufräder. Die untere Lagerschale ist weggefallen.

Zahlentafel 1
anzösische Luftverkehrsgesellschaften

esellschaft	Strecken	Flugkilometer 1926 in vH der Gesamtzahl
Air-Union	London–Paris Paris–Lyon–Marseille Lyon–Genf Antibes–Ajaccio–Tunis	17,2
iété générale de ransports aériens ignes Farman)	Paris–Amsterdam Paris–Berlin	7,5
npagnie internatioale de Navigation érienne (Cidna)	Paris–Prag–Wien–Konstantinopel Prag–Warschau	27,9
npagnie générale Entreprises aéronauques (Lignes Latéère)	Toulouse–Casablanca–Dakar Casablanca–Oran Alicante–Oran Marseille–Perpignan	47,4

Zahlentafel 2
e von den französischen Luftverkehrsellschaften zurückgelegten Flugstrecken

Gesellschaft	Flugstrecke in 1000 km 1925	1926	Zuwachs vH
Union	477	894	87,4
nan	271	392	44,6
ıa	1309	1452	10,9
écoère	2403	2469	2,7
Gesamt	4460	5207	16,8

In Frankreich[1]) hat man die Einrichtung der Kolonialcken in Nordafrika zwar gleichfalls mit größtem Nachk betrieben, daneben aber hat man auf den Ausbau rnationaler, europäischer Linien ebenso großen Wert gt, und auch für die Herstellung innerfranzösischer Verungsstrecken zwischen den Ausgangspunkten der veredenen Linien Sorge getragen. Ein weitverzweigtes gibt es allerdings im Innern Frankreichs ebensowenig in England. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß Zusammenballung der Bevölkerung und der wirtschaften Kräfte an einem Punkte sowohl in Frankreich wie in land weit stärker ist als in Deutschland. Die deutsche hshauptstadt müßte ungefähr 10 Millionen Einwohner n anstatt vier, um denselben Bruchteil der gesamten ölkerung in ihren Mauern zu sammeln wie London. n ihr gibt es nach der Volkszählung von 1925 noch s Städte mit über 500 000 und 13 Städte mit über 000 Einwohnern; — in Frankreich dagegen neben Paris zwei Großstädte (Lyon, Marseille) mit 0,5 Mill. Benern, und keine einzige zwischen 0,25 und 0,5 Mill.

[1]) „L'Aéronautique" Bd. 8 (1926) S. 25 u. 395, Bd. 9 (1927) S. 101 u. 121.

Abb. 17 Die französischen Luftlinien

Die Verwaltung der französischen Luftstrecken weicht von der deutschen und englischen ebenfalls ab; sie ist nicht in einer Hand vereinigt, sondern nach wie vor bestehen verschiedene unabhängige Gesellschaften nebeneinander. Im einzelnen sind die von ihnen betriebenen Linien und ihr Anteil an den gesamten Flugleistungen aus Zahlentafel 1 und Abb. 17 zu ersehen.

Die Verkehrsleistungen haben im Jahre 1926 gegenüber 1925 auf den verschiedenen Linien verschieden stark zugenommen; die gesamte Steigerung ist nicht sehr groß; einen wirklich bedeutenden Zuwachs zeigen nur die Air-Union- und die Farman-Linien, also diejenigen Gesellschaften, deren Anteil am Gesamtdienst an sich der kleinste ist. Auch bei ihnen ist der Fortschritt in der Hauptsache nicht durch Verkehrsverdichtung, sondern durch die Inbetriebnahme neuer Strecken (Paris-Marseille und Paris-Berlin) erreicht worden, Zahlentafel 2.

Ein Vergleich der Fluggastzahlen und beförderten Frachtmengen ist nicht möglich, da die Grundlagen der Zählungen voneinander abweichen. Die Flugzeuge, die benutzt werden, stellen zahlreiche verschiedene Bauarten dar. Neben einmotorigen sind verschiedene mehrmotorige Flugzeuge entwickelt worden; der Bau von Flugbooten ist im Vergleich dazu zurückgeblieben, Zahlentafel 3.

Ähnlich wie die französische hat auch die belgische Luftfahrt, da die Möglichkeiten der Ausdehnung in Europa bei der Kleinheit des belgischen Gebietes nur gering sind, sich in Afrika ein breiteres Tätigkeitsfeld zu schaffen versucht, wenn auch ohne unmittelbare Verbindung mit dem einheimischen Luftverkehr. Die von der belgischen Gesellschaft Société Anonyme Belge d'Exploitation de la Navigation Aérienne (Sabena) übernommene Flugstrecke verbindet die Kongo-Mündung mit den Kupfererzlagern in Katanga, Abb. 18. Sie führt von Boma nach Léopoldsville (350 km), dann von dort dem Kassai und Lulua entlang über Ilébu (Port Francqui) nach Luebo (850 km), und von Luebo über Bukama nach N'Gulé (850 km). Die Verlängerung nach Elisabethville befindet sich in Vorbereitung.

Da die anderen Verkehrsmittel hier schlecht sind, ist der Zeitgewinn durch Benutzung des Flugzeugs besonders groß. Von Boma nach Léopoldville dauert die Beförderung auf dem schnellsten Land- und Wasserwege acht Tage, auf dem Luftwege 5 h. Für die weiter binnenwärts gelegenen Punkte ist der Zeitgewinn naturgemäß noch größer. Für eine Reise von Europa nach Luebo wird er auf nicht weniger als 14 Tage geschätzt. Geflogen werden Flugzeuge eng-

Zahlentafel 3. Die im französischen Luftverkehr verwendeten Flugzeuge

Bauart	Bezeichnung	Gewicht voll kg	Gewicht leer kg	Flügelfläche m²	Motor Zahl	Motorenleistung gesamt PS	Baumuster	Geschwindigkeit km/h	Fluggäste
nmotorige dflugzeuge	Bréguet 26	2825	—	55	1	420	Jupiter	204	6
	Farman F 170	3318	2018	52,5	1	500	Farman	203	8
rmotorige Landugzeuge	Farman Goliath	4640	2300	165	2	520	Salmson	156	12
	Farman Jabiru	5200	3334	81	4	720	Hispano	209	12
	Blériot 165	5450	3100	119	2	900	Jupiter	180	16
	Blériot 105	5500	3000	125	4	1200	Hispano	—	—
	Lioré & Olivier 21	5500	2690	106,5	2	840	Jupiter	192	12
	Blériot 155	6350	3650	135	4	920	Renault	180	18
	Amiot 150	7300	4030	100	3	1050	Hispano	235	14
ugboote	Lioré & Olivier H 190 . . .	3200	1700	64,2	1	420	Jupiter	170	6
	Météore SPCA 63	5234	3634	103	3	540	Hispano	180	—
	Besson MB 36	7500	—	130	3	1080	Jupiter	180	14

Abb. 18
Luftlinien in Belgisch-Kongo (------ geplant)

lischen Ursprungs. Zur Zeit stehen zur Verfügung: a dreimotorige Flugzeuge, Bauart Handley Page W. 8, u drei einmotorige, Bauart De Havilland D 50. Davon dien drei dreimotorige und ein einmotoriges als Ersatz, falls planmäßiges versagt. Die Verkehrsleistungen sind s rasch gestiegen. 1925 wurden von der Eröffnung des Di stes an (im Juni) bis zum Jahresschluß rd. 50 000 km rückgelegt. 1926 von Januar bis November rd. 138 000

Eine bedeutende Ausdehnung des Luftdienstes ist plant. Zunächst sind folgende Strecken in Aussicht nommen, Abb. 18:

1. Von Léopoldville den Kongo entlang nach Stanleyvi
2. Von Ilébu am Zusammenfluß des Sankuru und Kas bis Albertville am Tanganjika-See.
3. Eine diese beiden und die jetzigen Linien kreuze Nord-Süd-Verbindung Stanleyville – Bukama.

Die Gesamtlänge dieses Netzes würde mit ungef 7500 km das belgische Eisenbahnnetz um fast 90 vH üb treffen. Für eine spätere Zukunft ist eine Fortsetzung Hauptlinien nach dem Tschad-See und dem Nil vorgeseh

Berlin-Karlshorst [M 526] Karl H. Rüh

Kleine Mitteilungen

Lloyds zweiter Vierteljahrsbericht

Am 30. Juni waren auf den Werften der Welt folgende Handelsschiffe im Bau: 370 Dampfschiffe mit 1 366 809 B.-R.-T., 268 Motorschiffe mit 1 459 595 B.-R.-T., insgesamt mit den Segelschiffen 671 Schiffe mit 2 840 545 B.-R.-T. Der Baubestand hat um 271 000 B.-R.-T. gegenüber dem ersten Vierteljahr 1927 zugenommen. Diese Zunahme wird nur durch den vergrößerten Raumgehalt der im Bau befindlichen Motorschiffe verursacht. Der Raumgehalt der im Bau befindlichen Dampfschiffe hat sich sogar etwas verringert.

Zum erstenmal übersteigt der Raumgehalt der im Bau befindlichen Motorschiffe denjenigen der Dampfschiffe. Die Tätigkeit im Motorschiffbau hat in mehreren Ländern bedeutend zugenommen. Eine Ausnahme bildet Deutschland, wo sich im zweiten Vierteljahr nur der Dampfschiffbau bedeutend vergrößert hat. [N 676 a] Ls.

Wirtschaftlichkeit amerikanischer und englischer Lokomotiven

Wirtschaftliche Erwägungen haben in den Vereinigten Staaten dazu geführt, daß man die Güterzuglokomotiven stets bis zur Höchstleistungsgrenze trotz der dabei schlechten Kohlenausnutzung beansprucht. Man ist aber nur durch weitgehende Verwendung mechanischer Rostbeschicker in der Lage, diese Grenze zu erreichen. In England geht man nicht bis zur vollen Ausnutzung.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß Rostflächen über rd. 5,5 m² nicht mehr mit der Hand beschickt werden können. Bei Handfeuerung kann man den Rost mit 400 kg/h je m² Rostfläche versorgen, während die mechanische Rostbeschickung 4880 bis 5380 kg/h bei denselben Verhältnissen ermöglicht und somit eine bedeutend höhere Anstrengung der Lokomotive zuläßt. Es ist daher auch nicht verwunderlich, wenn amerikanische Lokomotiven einen Kohlenverbrauch von 3 t/m²h haben. Die schweren Lokomotiven bei der Erie- und Virginia-Bahn haben sogar bei 11,3 m² Rost- und 640 m² wasserberührter Heizfläche einen Kohlenverbrauch von 5,5 t/m²h; sie entfalten dabei eine Zugkraft von 70 000 kg. Versuche haben ergeben, daß wenn die Rostbelastung von 1125 kg/h für eine bestimmte Rostfläche auf 5600 kg gesteigert wird, die Verdampfungsziffer von 9,75 auf 7 fällt. Trotz dieser Verschlechterung des thermischen Wirkungsgrades belastet man in Amerika die Lokomotiven bis zur Höchstgrenze. („The Engineer" 22. Juli 1927 S. 98.)
[N 676 b] Krs.

Neue Schlafwagen

Zwei neue von den Wolverton-Werken, England, erbaute Schlafwagen sind kürzlich in Dienst gestellt worden. Der Ganzmetall-Rahmen dieser Fahrzeuge ruht mit besonders weicher Federung auf zwei dreiachsigen Drehgestellen. Der Wagen hat folgende Abmessungen: Länge über Puffer rd. 22 m; Länge des Wagenkastens rd. 20,8 m; Breite rd. 2,75 m. Gummiklötze zwischen Wagenkasten und Rahmen, sowie Filzeinlagen in den Doppelböden sollen die Erschütterungen während der Fahrt dämpfen. Der Wagen ist mit selbsttätiger Saugbremse, Westinghouse-Dampfheizung und elektrischer Lichtanlage, Bauart Wolverton, ausgerüst Besonders hat man es bei diesen Wagen verstanden, du zweckmäßige Ausgestaltung der Inneneinrichtung dem li senden die denkbar größte Bequemlichkeit zu schaffen. („ Engineer" 22. Juli 1927 S. 104*.) [N 676 c] Krs.

Abwärmeverwertung in einer Zementfabrik

Eine große Abwärmeverwertungsanlage im Betriebe Florida Portland-Zement Co. geht ihrer Vollendung gegen. Hinter den drei Zementöfen werden drei Abhi kessel von je 835 m² Heizfläche, 18 at abs Betriebsdruck rd. 270 ° Dampftemperatur aufgestellt, in denen Dampf zwei Allis-Chalmers-Turbinen von 1250 und 4000 kVA zeugt wird. Jeder Abhitzkessel hat vier Züge, einen Spe wasservorwärmer hinter dem vierten und einen Überhi hinter dem ersten Zug. Die Rauchgaskanäle zwischen Öfen und Kesseln haben Verbindung untereinander und mittelbar mit dem gemeinsamen, 66 m hohen Schornstein daß die ganze Kesselanlage oder ein Teil je nach Ab menge und Dampfbedarf ab- oder zugeschaltet werden kan („Power" 5. Juli 1927 S. 37.) [N 676 d] Pt

Hochdruckdampf in industriellen Betrieben

Während der Übergang zu immer höheren Drücken e den großen amerikanischen Kraftwerken unverkennbar folgte die Industrie nur ganz allmählich nach, vor al deshalb, weil gerade in Amerika durch die Hochkonjunk der Kriegsjahre die meisten Fabriken eine Ausdehnung genommen hatten, die ihrer normalen Absatzfähigkeit n entsprach, so daß also Erweiterungen zunächst nur selte Frage kamen und auch größere Umbauten möglichst ver den wurden. Trotzdem gibt es heute in den Vereini Staaten nach einer kürzlich aufgestellten Statistik 27 in strielle Dampfkraftwerke mit Drücken von mehr als 14 at darunter acht von mehr als 25 at abs. Die Pap industrie hat die meisten Hochdruckanlagen (zehn, d etwa 35 vH), dann folgen die chemischen Fabriken und Ölraffinerien (je vier Werke). Die Maschinen sind etwa einen Hälfte Gegendruckturbinen, zur andern Hälfte Anz turbinen. Die Anfangstemperaturen sind sehr verschie sie schwanken zwischen 200 und 370 °. („Power" 12. 1927 S. 51.) [N 676 e] Pt

Die Metallbearbeitungsmaschinen in d amerikanischen Elektroindustrie

Durch eine Umfrage ist festgestellt worden, daß in amerikanischen Elektroindustrie rd. 144 500 Metallbea tungsmaschinen im Gebrauch sind. 16 vH davon sind D bänke, 10 vH Bohrmaschinen, je 7,6 vH Schleifmasch und Kraftpressen, 5 vH Fräsmaschinen; es folgen H pressen, Querhobelmaschinen und die übrigen norm Maschinen. Sehr hoch ist der Anteil der Sondermasch mit rd. 48 000 Stück, d. s. rd. 33 vH. Im Mittel 41 vH aller Maschinen 10 Jahre oder länger in Bet („American Machinist" 23. Juli 1927 S. 1005.)
[N 676 f] Pa

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

ungsfugen im Beton- und Eisenbetonbau. Von A. .inlogel. Berlin 1927, Ernst & Sohn. 220 S. m. Abb. Preis 19 *M*.

ıs Schwinden des erhärtenden und erhärteten Betons, verhältnismäßig große Wärmeausdehnungszahl verursachen Formänderungen, die für große Baunur dann ohne Nachteile eintreten können, wenn der rf von vornherein auf sie ausreichend Rücksicht . Der entwerfende Ingenieur ist sich nicht immer ie zweckmäßige Lösung einer Dehnungsfuge für den ıen Fall klar, und oft ist eine Anregung, wie sie das gende Buch für die verschiedenen Gebiete bringt, sehr scht.

ür Hochbauten wird neben allgemeinen praktischen ı für die Ausführung von Bewegungsfugen an vielen elen gezeigt, wie diese Fugen in Gründungen, n, Decken und Dachbauten zweckmäßig und wirkıgeordnet werden. Weitere Abschnitte bringen bewährte gen von Dehnungsfugen für Silos, Brücken, Kanaln, Wasserleitungen, offene Kanäle, Schleusen und itungen. Ein Abschnitt behandelt die Ausbildung hnungsfugen für Staumauern, ein andrer erörtert die anordnung bei Betonstraßen.

.e zahlreichen der Praxis entnommenen Beispiele mit Übersichts- und Teilzeichnungen geben nicht nur Studierenden, sondern auch dem in der Praxis len Ingenieur wertvolle Bereicherung seiner Kenntund fruchtbare Anregungen.

einem Anhang sind noch in übersichtlicher Weise dieses Gebiet fallenden amtlichen Bestimmungen utschland, die Vereinigten Staaten von Nordamerika, chweiz, Österreich, Schweden, Norwegen, Italien, ıd und die Tschechoslowakei zusammengestellt.

ı28] Stein

natische Aufgaben aus der Technik. Von M. Hauptnn. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 108 S. 15 Abb. Preis 3,60 *M*.

ı genügt bekanntlich für den Techniker nicht, die natik nur nach ihrem Wesen und Inhalt zu kennen. richtiger ist, daß er sie auch anwenden lernt. Denn lbeherrschung läßt noch lange nicht den mathemaı Kern einer Aufgabe und den Punkt erkennen, an as mathematische Werkzeug anzusetzen ist. Es ist rfreulich, daß jetzt immer mehr solche Bücher heraus n werden, die die Mathematik in ihrer unendlich tigen Anwendung auf die Technik lehren.

dem vorliegenden Werk wird eine große Zahl Aufaus den verschiedensten Gebieten der Technik bet, so aus der Stoffkunde, Festigkeitslehre, Berg- und wesen, Maschinenelemente, Schiffbau, Brückenbau Jedem Abschnitt sind kurze Sacherläuterungen und e des Schrifttums vorangestellt, fast jeder der voll n voneinander unabhängigen Aufgaben sind Skizzen igt, die das Eindringen in die Aufgabe und damit ihre erleichtern helfen.

ıs Buch wird ohne Zweifel allen Lehrern der Technik n Technikern selbst willkommen sein.

89] Harm

iederschläge und Metallfärbungen. Von F. Michel. n 1927, Julius Springer. 179 S. m. 13 Abb. Preis *M*.

ıs Buch zählt zu derjenigen Klasse galvanotechnischer die unter fast völligem Verzicht auf eine Darsteler chemischen und elektrochemischen Grundlagen Fachgebietes (deren Darstellung in solchen Fällen ich, z. B. auch hier den schwächsten Teil eines Buches bildet) sich vorwiegend an den Praktiker ı, um diesem Angaben zu bieten, die, um mit den . des Verfassers zu sprechen, ihm ermöglichen, bei rung seiner Arbeiten ohne viele theoretischen Ergen auf diesem oder jenem Wege zum Ziele zu kom-Zu diesem Zwecke wird nur eine beschränkte Anzahl drezepten gebracht, und zwar zumeist der gutbewährren, die der Verfasser außerdem noch selbst erprobt ıd für die er die einschlägige Arbeitsweise in mögreiter und leicht verständlicher Form darlegt. Hier der Verfasser augenscheinlich in erster Linie an die isse der Galvaniseure und Metallfärber der Schmuckndustrie gedacht.

der erwähnten Absicht geschrieben, kann ıch und will es wohl auch nicht zur Einfühn das Gesamtgebiet der Galvanotechnik dienen, zumal ja verschiedene wichtige Gebiete nicht beschrieben werden, z. B. die Glocken- und ähnliche Geräte für Massengalvanisierung, die neueren sog. Wanderbäder und neuere Arten der Oberflächenveredelung, z. B. mittels Überzügen von Kadmium und mittels Verchromung, d. h. durch Verfahren, an denen heute auch der Praktiker nicht mehr achtlos vorübergehen kann, wenngleich er bei dem letzteren Verfahren wohl kaum in die Lage kommen wird, sich seine Bäder selbst zusammenzusetzen. Abgesehen hiervon ist innerhalb der vom Verfasser selbst gezogenen Grenzen das Buch jedoch geeignet, dem praktischen Galvaniseur auf manche Frage, wenn auch nicht auf alle Fragen, in leicht verständlicher Form die gewünschte Auskunft zu geben.

[E 515] Dr.-Ing. Georg Eger

Fortschritte der Chemie, Physik und physikalischen Chemie. 19. Bd., 1. H.: **Die Zerstäubungserscheinungen bei Metallen.** Von Joseph Fischer. Berlin 1927, Gebrüder Bornträger. 70 S. m. 14 Abb. Preis 4,80 *M*.

Die kleine Monographie behandelt mit guter Gliederung des Stoffes alle Abtragungserscheinungen der Oberfläche von Metallen in der Luftleere oder in Gasen, die man heute noch unter dem Namen Zerstäubung zusammenfaßt, so den reinen Verdampfungsvorgang, ferner die mechanisch-thermische Zerstäubung, die auf einer Sprengwirkung in der Oberfläche eingeschlossener Gase beruht, endlich den Abbau der Metalloberfläche durch chemische Wirkung des umgebenden Gases.

Ein spezieller Fall dieser chemischen Wirkung ist die elektro-chemische Zerstäubung, bei der das Gas erst unter dem Einfluß der Entladung aktiviert und zur Bildung flüchtiger Metallverbindungen befähigt wird, die sich an entfernteren Stellen des Entladungsrohres unter Metallabscheidung wieder zersetzen. Der größte Raum ist, wie zu erwarten, der elektrischen Stoßverdampfung gewidmet: so bezeichnet der Verfasser die durch Auftreten positiver Ionen auf die Metalloberfläche bewirkte Zerstäubung. Ihre Abhängigkeit von den zahlreichen Versuchsvariablen und die dafür bisher aufgestellten Theorien werden kritisch besprochen. Die Darstellung ist klar und anregend. [E 560] Skaupy

Edison. Der Mann und sein Werk. Von George S. Bryan. Übers. von Karl Otten. Leipzig 1927, Paul List. 300 S. m. versch. Abb. Preis 9 *M*.

Der Inhalt dieses Buches ist — ähnlich wie bei andern bekannten Edison-Biographien — sehr auf das Anekdotenhafte eingestellt, die Darstellung sehr weitschweifig. Die Übersetzung aber macht das Buch unmöglich. Es ist unbegreiflich, daß man zur Verdeutschung dieses Buches, das sich in der Hauptsache mit technischen Dingen befaßt, einen Übersetzer hat wählen können, der offenbar der Technik gänzlich fernsteht, und es anscheinend auch nicht für nötig gehalten hat, sich von fachkundiger Seite beraten zu lassen. Sonst hätten die vielen Entgleisungen auf technischem Gebiete nicht vorkommen können. Es wird z. B. von einem „Druck“ von 110 Volt, von „Direktstrom“ und von der „Tourenzahl“ einer Spule gesprochen; eine „Akkumulatorenbatterie“ wird „Lagerbatterie“ genannt. Die Umkehrbarkeit von Motor und Generator wird mit „Umsteuerung“ bezeichnet. Dergleichen Fehler finden sich in großer Zahl.

Von der Art der Darstellung der technischen Vorgänge geben folgende Stellen einen Begriff: Der Unterschied zwischen Reihen- und Parallelschaltung wird folgendermaßen erklärt (Seite 107): „Um die Lampen voneinander unabhängig zu machen, war es nötig, sie an einen „vielfachen Stromkreis“ anzuschließen. Sie konnten nicht in Reihen angeschlossen werden. „Vielfacher Stromkreis“ und „Reihen“ sind die gebräuchlichen Bezeichnungen für die beiden führenden Systeme, den elektrischen Strom für den allgemeinen Gebrauch zu verteilen. Um eine ungefähre Vorstellung des Reihensystems zu haben, mag man es als eine große Schleife oder ellipsenartige Vorrichtung ansehen, an die alle Lampen direkt angeschlossen sind“ usw. Sehr schön heißt es auch in der Beschreibung der ersten elektrischen Lokomotive (S. 225): „Der Motor lief also „parallel“ oder „im mehrfachen Bogen“. Die Kraft wurde zuerst durch eine umständliche Vorrichtung von Reibungskolben auf die Triebachse übertragen. Wenn der Motorführer die Lokomotive umsteuern wollte, schaltete er einen Hebel und leitete den Strom durch die Armaturrollen.“ Und derartiger Unsinn erscheint in erstklassiger Aufmachung und wird dem deutschen Volk von einem bedeutenden Verlag angeboten! — Man kann dem Verlag zur Erhaltung seines guten Rufes nur empfehlen, das Buch einer gründlichen Überarbeitung zu unterziehen. [E 391] Wgm.

Die Haager Konferenz 1925. Von Albert Osterrieth. Berlin 1926, Verlag Chemie. 158 S. Preis 6 ℳ.

Kurz vor seinem Tode hat Osterrieth die Handschrift des Buches vollendet. Es gibt den Inhalt seiner letzten größeren Arbeit wieder. Er berichtet über die Umstände und Erwägungen, die zu der durchgreifenden Abänderung des Unionvertrages und der Nebenverträge geführt haben und an denen er an hervorragender Stelle beteiligt war. Ausführlich, aber nicht weitschweifig, gibt er Auskunft über die Unterlagen und den Gang der Verhandlungen. Wer zweifelhafte Fragen des Unionsrechtes vom deutschen Standpunkt aus zu entscheiden hat, wird in diesem Buch den besten Wegweiser finden. Wir können nur immer wieder der Trauer Ausdruck geben, daß wir die Beteiligung des Verfassers selbst an dieser Arbeit entbehren müssen. [E 293] Nb.

Chronik des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaften und Technik. Gründung, Grundsteinlegung und Eröffnung, 1903 bis 1925. München 1927, Selbstverlag. 91 S. m. zahlr. Abb. Preis 3 ℳ.

Vorwort von Prof. von Harnack — Die Gründung — Von der Gründung bis zur Eröffnung der provisorischen Sammlungen am 12. November 1906 — Von der Grundsteinlegung bis zur Vollendung des Museums-Neubaues — Eröffnung des Museums-Neubaues am 7. Mai 1925.

Mitteilungen des Instituts für Kraftfahrwesen an der Sächsischen Technischen Hochschule Dresden. Herausgeg. von Otto Wawrziniok. 3. Sammelbd., 67 S. m. 63 Abb. 4. Sammelbd. 93 S. m. 63 Abb. Berlin 1927, Klasing & Co. Preis 4 ℳ.

3. Sammelband: Betrachtungen über die Verhältnisse des Kraftfahrzeugverkehrs in Deutschland am Ende des Jahre 1926. Von Prof. Wawrziniok. — Die Dämpfung des Auspuffgeräusches der Kraftfahrzeugmotoren. Von Prof. Wawrziniok. — Die Kraftstoffbehälter der Kraftfahrzeuge und die zu ihrer Herstellung geeigneten Werkstoffe. Von Prof. Wawrziniok. — Kraftwagenkühler und ihr Verhalten gegenüber Frostschutzmitteln. Von Prof. Wawrziniok. — Leistungsverbesserung der Fahrzeugmotoren durch Leichtmetallkolben. Von Oskar Lindner. — Über Gemischvorwärmung. Von Oskar Lindner. — Bericht über Versuche zur Ermittlung des Reibungskoeffizienten von Belagmaterial trockenlaufender Automobilmotorenkupplungen. Von Fritz Florig. — Die Berechnung des axialen Anpressungsdruckes für Konuskupplungen. Von Fritz Florig. — Untersuchung einer Lanz-Kraftzugmaschine „Bulldog". Von E. Döhnert.

4. Sammelband: Versuche mit spiritus- und alkoholhaltigen Motorkraftstoffen. Von Prof. Wawrziniok.

Hansa-Bücherei. Bibliothek des gesamten kaufmännischen Wissens, 11. Bd.: **Die industrielle Selbstkostenrechnung.** Von Walter Rahm. Berlin-Schöneberg 1927, Mentor-Verlag. 140 S. Preis 4,50 ℳ.

Die Aufgaben der Selbstkostenberechnung. — Gliederung der Selbstkosten. — Einführung eines Kalkulationsverfahrens. — Der Einfluß moderner Herstellungsverfahren. — Die Selbstkostenberechnung als Ausschnitt aus der Gesamtorganisation. — Berechnungsarten. — Der Begriff „Selbstkosten". — Die Kostenelemente. — Das Material. — Die Löhne. — Spezielle Kosten. — Der Begriff „Unkosten". — Abschreibungen. — Zuschlagsverfahren. — Betriebsbil[illegible] — Inventur. — Statistik. — Sachregister. — Literat[illegible]zeichnis.

Bibliothek des Radio-Amateurs, 15. Bd.: **Innenanten[illegible] Rahmenantenne.** Von Friedr. Dietsche 2. Aufl[illegible] lin 1927, Julius Springer. 110 S. m. 90 Abb. Preis [illegible]

Da die Anlage von Hochantennen für Funkliebha[illegible] größeren Städten oft sehr erschwert, manchmal kaum [illegible] durchführbar ist, kommt das Büchlein von Dietsch[illegible] weite Kreise sehr gelegen. Es gibt dem zeitarmen [illegible] spezialisten eine gute Anleitung zur selbständigen B[illegible]lung und zum Bau von Innen- und Rahmenantennen. [illegible] sich tiefer einarbeiten will und elektrotechnisch vorg[illegible] ist, wird allerdings zu eingehenderen Werken greife[illegible] denen einige angegeben sind. Aus dem Inhalt: T[illegible] Ausführungsformen, Güte des Empfanges, Anleit[illegible] Teile und Werkstoffe zum Bau u. a.

Reichsbahn-Handbuch 1927. Bearbeitet in der Hauptv[illegible]tung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Berlin[illegible] Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittel[illegible]schaft bei der Deutschen Reichsbahn. 659 S. m. 32 F[illegible] Preis 18,50 ℳ.

Die neue Verordnung über Kraftfahrzeugverkehr. V[illegible] Hey. 2. Aufl. Berlin 1927, Rich. Carl Schmidt [illegible] 137 S. m. Abb. Preis 2 ℳ.

Die Handhabung des Rechenschiebers. Von Dr. H. Sch[illegible] Stuttgart 1927, Dieck & Co. 48 S. m. 40 Abb. u. 100[illegible] Preis 1,20 ℳ.

Die Eisenbahn im Bild. Von John Fuhlberg-H[illegible] Stuttgart 1927, Dieck & Co. 464 S. m. zahlr. Abb. [illegible] 20 ℳ.

Das Bergwerk im Bild. Von Eduard Pfeiffer. 3.[illegible] Stuttgart 1927, Dieck & Co. 120 S. m. zahlr. Abb. [illegible] 7,50 ℳ.

Das Deutsche Eisenbahn-Adreßbuch. Bearbeitet von [illegible]bande der Ingenieure der Reichsbahn, E. V. A[illegible] 1927. Berlin 1927, H. Apitz. 612 S. Preis 15 ℳ.

Technisches Zeichnen. Von A. Gruber. Ravensburg [illegible] Otto Maier. 155 S. m. Abb. Preis 3 ℳ.

Arbeit und Gesundheit, 6. H.: Organisation des Ret[illegible]wesens in Fabriken und Betrieben. Von Hermann [illegible]bis. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 70 S. m. 3[illegible] Preis 3,20 ℳ.

Unsere Technik und Amerika. Von Emo Desco[illegible] Stuttgart 1927, Dieck & Co. 78 S. m. 22 Abb. [illegible] 2,50 ℳ.

Ingenieur, Volk und Welt. Von W. Büttner. I[illegible] 1927, Hesse & Becker. 317 S. m. zahlr. Abb. Prei[illegible]

Das deutsche Handwerk in Vergangenheit und Gege[illegible] Von Bernhard Lehnert. Eisleben 1927, Glocken[illegible] A. Klöppel. 103 S. Preis 2,10 ℳ.

Badische Heimat. Zeitschrift für Volkskunde, län[illegible] Wohlfahrtspflege, Heimat- und Denkmalschutz. 1[illegible] Jahresheft 1927: **Mannheim.** Herausgeg. von He[illegible] Eris Busse. Karlsruhe 1927, G. Braun. 288 S. m[illegible] Preis 7,50 ℳ.

Benjamin Carver Lamme. An Autobiography. New[illegible] and London 1926, G. P. Putnam's Sons. 271 S. m[illegible] Preis 3 Dollar.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Namen- und Sachverzeichnis Bd. 71 (1927) 1. Halbjahr

Das Verzeichnis wird Nr. 33 dieser Zeitschrift vom 13. August 1927 beiliegen.

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
. 71 SONNABEND, 13. AUGUST 1927 NR. 33

Kompressoren für große Kälteleistungen

Von Direktor Dr.-Ing. Heinz Voigt, Kassel

Die beiden bisher größten Kältemaschinen der Welt, ein Sulzer-Kolbenkompressor von 3,5 und ein Turbokompressor von Brown Boveri & Cie., A.-G. von 6 bis 8 Mill. kcal/h Leistung werden beschrieben, die bisherigen Ergebnisse gestreift und Vergleiche für die Wirtschaftlichkeit beider Maschinenarten angestellt.

Abb. 1
Kolbenverdichter von 3,5 Mill. kcal/h, gebaut von Gebr. Sulzer

Bis vor wenigen Jahren erstreckte sich die Anwendung von Kältemaschinen in der Hauptsache auf die Herstellung von künstlichem Eis, die Erhal-g von Nahrungs- und Genußmitteln aller Art, die iffskühlung, das Abteufen von Schächten und in igen Sonderfällen auch auf die Herstellung von Eisnen. Die hierfür in Frage kommenden Maschinenßen gingen im allgemeinen nicht über 500 000 kcal/h aus. Einige Ausnahmen waren Maschinen bis zu ill. kcal/h.

Die chemische Großindustrie begann sich erst neuergs der Kältetechnik zu bedienen, um gewisse Salze, erst bei tieferer Temperatur ausfallen, maschinell zu eugen. So verlangte die Glaubersalzfabrikation, die her nur mit der natürlichen Winterkälte zu arbeiten vohnt war, bei der erheblichen Ausdehnung dieses eiges sehr bald Kälteleistungen, die die üblichen Mainengrößen nicht mehr befriedigen konnten. Ein ktisches Ausführungsbeispiel dieser Art ist die neue ubersalzfabrik des Werkes Kaiseroda der Kali-Instrie, A.-G., Kassel, die von vornherein rd. 3 Mill. kcal/h eitstellen mußte, um die verlangte Menge Glaubersalz ständig durchlaufendem Gefrierprozeß zu erzeugen. Angen an große deutsche Kältefirmen im Jahre 1923 er-en, daß die Ausführung eines Kompressors von dieser stung zum mindesten noch ein gewisses Wagnis betete. So wollte eine bekannte Fabrik die Leistung auf i Maschinen von je 1 Mill. kcal/h verteilen, statt eine zige Maschine von 3 Mill. kcal/h zu empfehlen.

Kolbenkompressor von 3,5 Mill. kcal/h Leistung

Die Firma Gebr. Sulzer, Ludwigshafen, hat die langte Maschine als Ammoniakverdichter entworfen l rechtzeitig zur Ablieferung gebracht. Zum Antrieb Kompressors, Abb. 1, dient eine unmittelbar gekupte Einzylinder-Gegendruck-Dampfmaschine mit Ventiluerung für rd. 1200 PS_e größte Leistung bei 150 Uml./min, Eintrittsdampf von 24 at und 350 °C und 3 at Gegendruck. Der liegende zweistufige Kompressor hat 750 und 575 mm Zyl.-Dmr. und 725 mm Hub und ist für Ammoniak-Einspritz-Zwischenkühlung eingerichtet. Die äußersten Grenzen, innerhalb deren diese Maschine im allgemeinen betrieben werden kann, sind:

Verdampftemperatur . .	— 5	—20 °C
Verflüssigungstemperatur	+25	+32 „
Kälteleistung	4,12	2,18 Mill. kcal/h.

Meistens ist die Maschine bei — 10 °C Verdampftemperatur, + 25 °C Verflüssigungstemperatur und 20 °C vor dem Regulierventil mit 3,4 Mill. kcal/h belastet.

Die Bauart dieses Kompressors ist aus Abb. 2 bis 5 ersichtlich. Niederdruck- und Hochdruckzylinder sind hintereinander angeordnet. Wegen der außergewöhnlichen Abmessungen mußte man das Ein- und Ausbauen der Kolben und Ventile durch besondere Vorrichtungen erleichtern. Der Hochdruckzylinder, der auf einer Führungsplatte sitzt, kann mittels eines Schneckengetriebes a in axialer Richtung verschoben werden. Zum Ein- und Ausbau der geneigt nach unten gerichteten Ventile dienen auf Gewindespindeln einstellbare Füller b, die auf Böcken c am Fundament abgestützt sind.

Die Kolbenstangen-Stopfbüchsen d und e haben Metallpackungen von besonderer Bauart. Die Zwischenstopfbüchse e ist mit Wasserkühlung (Berieselungskühlung) versehen. Damit man unbelastet anfahren kann, sind an beiden Zylindern Sicherheits- und Umlaufventile f und g vorhanden, die Saug- und Druckseite miteinander verbinden. Lager und Gestänge werden mittels einer an der Dampfmaschine angebrachten Druckölpumpe geschmiert.

Die Ventile auf der Saug- und Druckseite des Kompressors, Abb. 6 und 7, sind Plattenventile und im wesentlichen gleichgebaut. Ventilplatte und Fängerplatte werden durch Lenkerfedern, also ohne Reibung, geführt.

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 2 bis 5
Ammoniak-Verbundkompressor; 575 und 750 mm Zyl.-Dmr., 725 mm Hub; $n = 150$ Uml./min

Der Stoß beim Öffnen der Ventile wird zunächst durch die Federn *e* und dann von der federnden Fängerplatte *d* aufgenommen. Der Ventilschluß wird durch die Stoßfedern *e* allein herbeigeführt. Das Gewicht der arbeitenden Teile der Ventile ist außerordentlich gering. Da die durchströmenden Dämpfe verhältnismäßig große Flächen der Ventilplatte treffen und die Federung sowie die Dämpfung der Ventilplatte sehr weich sind, so ist nur geringer Überdruck notwendig, um die Ventile offen zu halten. Die freien Querschnitte sind im Verhältnis zum Gesamtquerschnitt der Ventile, verglichen mit Kegelventilen, sehr groß, so daß die Durchströmgeschwindigkeiten der Gase gering sind. Diese Vorzüge machen neben geringem Kraftverbrauch hohe Drehzahlen zulässig. Die geringe Drosselung der Dämpfe in den Ventilen ergibt einen Gewinn an Leistung des Kompressors, gegenüber einem solchen mit Kegelventilen. Die vereinigten Sicherheits- und Umlaufventile am Hochdruck- und Niederdr[uck]-Zylinder, Abb. 8, verbinden bei angehobener Spindel Dr[uck]- und Saugseite miteinander, während sie bei gespa[nnter] Feder als Sicherheitsventile wirken.

Zum Schmieren der Zylinder und der Kolbenstangen-Stopfbüchsen dient eine besondere Vorrichtung, Ab[b. 9] und 10. Am freien Wellenende des Kompressors werde[n] über Schraubenräder zwei Doppelkolben-Ölpumpen a[nge]trieben, die aus Tropfölern a_1 bis a_4 gespeist werden. J[e] ein Kolben der Pumpe fördert Öl in den Niederdr[uck]zylinder und in den Hochdruckzylinder, ein weit[e]rer Kolben versorgt die vordere Stopfbüchse; überschüs[si]ges Öl tritt aus der Stopfbüchse oben wieder aus und gel[angt] in den Saugstutzen des Niederdruckzylinders. In [der]selben gleichen Weise wirkt die Schmierung der Zwischens[to]p[f]büchse, aus der das überschüssige Öl in den S[aug]stutzen des Hochdruckzylinders abgeleitet wird. R[e]...

Abb. 6
Saugventil

Abb. 7
Druckventil

a Sitz *b* Hubscheibe *c* Ventilplatte *d* Fängerplatte *e* Stoßfedern *f* Hubbegrenzer *g* Verbindungsbolzen *h* Sicherungsstift

Abb. 8
Vereinigtes Sicherheits- und Umlaufve[ntil]

a Sitz *b* Ventilkörper *c* Feder *d* Spindel

Abb. 4
Schnitt durch den Niederdruckzylinder

Abb. 5
Ansicht des Hochdruckzylinders von hinten

a Schneckengetriebe *b* Füller *c* Böcke
d, *e* Kolbenstangen-Stopfbüchsen
f Sicherheits- und Umlaufventil für den Niederdruckzylinder
g " " " " " Hochdruckzylinder

...lagventile b_1 bis b_4 an der Ölpumpe verhindern, daß ...s in die Pumpe strömt. Bei Stillstand der Maschine ...rden außerdem die Absperrhähne c_1 bis c_4 geschlossen.

Dieser bisher größte Kälte-Kolbenkompressor der W...lt hat trotz seiner im Kältemaschinenbau ungewöhn...ien Abmessungen seit der Inbetriebsetzung im Spät...mer 1924 in jeder Weise befriedigt. Kleine anfängliche S...wierigkeiten im Betrieb sind sofort behoben worden.

Schon vor der Inbetriebnahme dieser Maschine mußte mit Rücksicht auf die Absatzverhältnisse für Glaubersalz an eine beträchtliche Erweiterung der Kälteanlage gedacht werden. Obgleich heute Kolbenkompressoren von 6 Mill. kcal/h Leistung gebaut werden können, bestanden damals noch Bedenken gegen die Verwendung größerer Maschinen als der eben beschriebenen. Da der weitere Kältebedarf ungefähr das Doppelte der Leistung der ersten Maschine bedingte, so schlug die Firma Gebr. Sulzer vor, zwei weitere Kompressoren von je 3 Mill. kcal/h Leistung aufzustellen. Damit wäre aber im Kraftwerk der für eine Turbodynamo von 4750 kW Leistung bestimmte Platz für die Kälteanlage verbraucht und eine sofortige Erweiterung des Kraftwerks nötig geworden.

Turbokompressor von 6 bis 8 Mill. kcal/h Leistung

Unter diesem Zwang der Verhältnisse entschloß man sich, eine schon früher theoretisch erwogene Möglichkeit in die Praxis umzusetzen und für die Erweiterung einen Ammoniak-Turbokompressor vorzusehen, ein Schritt, der mit Rücksicht auf die noch ungeklärten Fragen der Stopfbüchsen- und sonstigen Abdichtung gewagt war. Bei vorurteilsloser Prüfung ergaben sich folgende Vorteile des Turbokompressors:

1. Vollkommene Ölfreiheit des Abdampfes, während Kolbenmaschinenabdampf das zum Kesselspeisen dienende Kondensat verschmutzt.
2. Vollkommene Ölfreiheit auch des Ammoniakdampfes, wodurch Verdampfer und Kondensatoren für Ammoniak praktisch blank bleiben und Wärme gut übertragen.
3. Geringer Bedarf an Grundfläche und an umbautem Raum.

Abb. 9 und 10
Schmierung der Zylinder und Stopfbüchsen des Kolbenkompressors
a_1 bis a_4 Tropföler b_1 bis b_4 Rückschlagventile c_1 bis c_4 Absperrhähne

Abb. 11
Turboverdichter von 6 bis 8 Mill. kcal/h, gebaut von Brown, Boveri & Cie.

Abb. 12 und 13

Kennlinien des Turbokompressors für verschiedene Drehzahlen und Verflüssigungstemperaturen

a Verdampftemperatur —10° *b* „ —5°

a Verdampftemperatur —20° *b* „ —15°

4. Kleine Fundamente.
5. Keine Möglichkeiten für Stöße und Schwingungen in den Dampf- und Ammoniakleitungen.
6. Geringer Ölbedarf.
7. Keine Gefahr, die Maschine bei Fehlern in der Bedienung, z. B. beim Anfahren mit geschlossenem Druckventil, zu beschädigen.

Die Nachteile des Turbokompressors bestehen eigentlich nur darin, daß der Dampfverbrauch bei kleineren Maschinen wegen des schlechteren Wirkungsgrades von Turbomaschinen etwas höher ist als der eines Kolbenkompressors. Bei größeren Ausführungen und insbesondere bei Betrieb mit Kondensation verschieben sich die Verhältnisse aber zugunsten des Turbokompressors.

Auf Grund obiger und der weiter unten folgenden theoretischen Überlegungen wurde mit bekannten Herstellern von Turbokompressoren verhandelt, wobei eine der namhaftesten deutschen Fabriken wegen des großen Wagnisses die Abgabe eines Angebots ablehnte. Der Auftrag wurde der Firma Brown, Boveri & Cie., A.-G., Baden (Schweiz), erteilt, deren Diffusorregelung hierbei besonders in die Wagschale fiel. Diese gestattet in Verbindung mit den übrigen Regelmitteln lückenloses Zusammenarbeiten mit dem Kolbenkompressor im Anschluß an dessen höchste Kälteleistung.

Die Antriebdampfturbine, Abb. 11, ist als zweigehäusige Maschine derart durchgebildet, daß der an die Kondensation angeschlossene Niederdruckteil nach außen, der Hochdruckteil nach der Kompressorseite hin angeordnet ist. Man kann so beim Betrieb der Maschine als reiner Gegendruckmaschine den Niederdruckteil abkuppeln, was mit Rücksicht auf zweckmäßige Gesamtwärmewirtschaft des Werkes praktisch häufig stattfindet.

Der Kompressor ist dreigehäusig, damit man ihn durch Zu- und Abschalten des dritten (Hochdruck-) Gehäuses gut an die veränderlichen Kühlwassertemperat[...] der beim Werk vorbeifließenden Werra im Sommer [...] Winter anpassen kann. Die Aufteilung in drei Geh[...] gestattet auch eine sehr günstige Aufstellung vo[...] zwei Kühlern zwischen der ersten und zweiten und [...] schen der zweiten und dritten Stufe des Kompressors.

An Stelle der beim Kolbenkompressor verwende[...] Einspritzkühler werden hier reichlich bemessene O[...] flächenkühler benutzt, die sich bei Luftkompress[...] von größter Leistung hinreichend gut bewährt ha[...] Selbstverständlich wurde für Ammoniakdämpfe be[...] ders geeigneter Baustoff gewählt. Die in Gruppen [...] geordneten Oberflächenkühler lassen sich zwecks [...] nigung einzeln abschalten, während der zweite Kü[...] derselben Gruppe mit verstärkter Leistung den Betr[...] aufrechterhält.

Die Oberflächenkühlung, die übrigens auch bei [...] benkompressoren verwendet wird, hat der Einspritz[...] lung gegenüber noch den Vorteil eines besseren Ges[...] wirkungsgrades. Bei gleichwertiger Einspritzküh[...] müßten nämlich rd. 15 vH flüssiges Ammoniak [...] gespritzt werden, das unter Wärmebindung und [...] sprechender Kühlwirkung verdampft und von den [...] genden Kompressorstufen mitverdichtet werden [...] Diese für den Kälteprozeß nutzlose Volumenvermeh[...] vermehrt den Kraftbedarf des Kompressors um rd. [...] gegenüber derjenigen bei Oberflächenkühlung.

Die Hauptzahlen dieser Maschinengruppe sind:

Antriebturbine:

Dampfdruck am Eintrittsventil	24 at
Dampftemperatur am „	350 °C
Anzapfdruck	3 at
oder Gegendruck	3 „
Drehzahl	5400 bis 6750 Uml. [...]
Leistung	1000 „ 2600 PSe.

Abb. 14
itropiediagramm für drei
suchspunkte des Turbokompressors

In Abb. 14 sind drei Betriebspunkte für — 10/+ 25, — 15/+ 30 und — 20/+ 35 °C im Entropiediagramm dargestellt; hier fällt besonders die den Kraftverbrauch vermindernde Wirkung der beiden Zwischenkühler vorteilhaft auf. Die bis auf + 2 ° getriebene Unterkühlung der Kälteflüssigkeit (links) wird durch einen mit kalter Lauge beschickten Kühler erreicht, der hinter den Kondensator geschaltet ist und bekanntlich die Kälteleistung bei gleichbleibender Umlaufmenge erhöht. Außerdem wird durch eine Kälte-Rückgewinnungsanlage die abzukühlende und auszukristallisierende Lauge durch einen Vorkühler, der mit der ausgefrorenen, kristallarmen Lauge beschickt wird, abgekühlt, wodurch der gesamte Kälteverbrauch ebenfalls erheblich vermindert wird.

Abb. 15 zeigt ein Bild der ganzen Gruppe auf dem Prüfstand; einschließlich der Antriebturbine hat die Gruppe eine Länge von 11,7 m. Aus dem Schnitt durch das Niederdruckgehäuse des Kompressors, Abb. 16, ist besonders auch der Antrieb der beweglichen Diffusoren ersichtlich. Die Stopfbüchsen der Hauptwellen, die bei Kolbenkompressoren erst auf Grund langjähriger Erfahrung zu befriedigenden Abdichtungen gebracht werden konnten, werden mit Sperröl abgedichtet; dem Gas wird ein Ölstrom entgegengeführt, der auf der Gasseite über einen Schwimmer, also unter Flüssigkeitsabschluß, und auf der Außenseite unmittelbar zum Ölbehälter zurückfließt. Von hier wird das Öl mittels einer Zahnradpumpe wieder den Stopfbüchsen zugedrückt. Ein Öldruckregler hält den Druck des Sperröls um ein unveränderliches Maß über dem veränderlichen Ammoniakdruck. Dieses Verfahren, das die Herstellerin bei ähnlichen Anlagen, z. B. bei Gasgebläsen, wenn auch für kleinere Drücke, schon seit Jahren anwendet, hat sich auch hier bewährt. Allerdings waren infolge von Nebenerscheinungen, wie Schaumbildung des Sperröls und unvollkommenem Druckausgleich der sechs Stopfbüchsen, noch Änderungen notwendig, die die Inbetriebnahme des Kompressors verzögerten.

Die Flansche der wagerecht geteilten Gehäuse sind mit Rinnen versehen, in denen mittels eines besonderen Kompressors ein geringer Unterdruck gegenüber der Außenluft unterhalten wird, so daß etwa entweichendes Ammoniak abgesogen wird und nicht ins Freie gelangen kann. Diese Absaugvorrichtung steht auch mit Vorräumen der Stopfbüchsen der Haupt- und Diffusorwellen sowie der Kühler in Verbindung; das abgesogene Ammoniak-Luftgemisch wird in einer besonderen Rückgewinnvorrichtung getrennt und das Ammoniak wieder verwendet.

Diese Rückgewinnvorrichtung, bei deren Entwurf wegen der Unsicherheit über die etwa entstehenden Undichtheitsverluste nur Annahmen gemacht werden konnten, ist im Betrieb. Sie befriedigt aber noch nicht voll-

Kompressor:

Die der Bestellung zugrunde gelegten Kennlinien, . 12 und 13, zeigen in vier Einzelbildern die gegenige Abhängigkeit der Verflüssigungstemperatur und stündlichen Kälteleistungen für verschiedene Dreh-en. Die Einzelbilder entsprechen Verdampftempera-n von — 5, — 10, — 15, — 20 °C. Die dünn aus-ogenen Linien sind Linien gleicher Leistungsaufme. Die gestrichelten Linien beziehen sich auf den rieb bei abgeschalteter Hochdruckstufe. Der Garantie den folgende Werte zugrunde gelegt:

Kälteleistung	6 000 000 kcal/h
Angesogene Dampfmenge	172,5 m³/min
Ammoniakgewicht	5,65 kg/s
Verdampfdruck	2,4 at abs
Verflüssigungsdruck	11,9 „
Verdampftemperatur	— 15 °C
Verflüssigungstemperatur	+ 30 „
Drehzahl	6000 Uml./min
Leistungsaufnahme	2365 PS.

Der Kompressor ist aber auch imstande, die Kälteung auf 8 Mill. kcal/h zu erhöhen und bei — 20 ° dampftemperatur und + 35 ° Verflüssigungstemperanoch 5 Mill. kcal/h zu erzeugen. Die Kennlinien en die gute Anpassungsfähigkeit des Turbokompres-, die in Wirklichkeit noch übertroffen wurde. Der ße Belastungsbereich von 3 bis 8 Mill. kcal/h kann mit 10 vH Drehzahländerung bestrichen werden, während einem Kolbenkompressor die Drehzahl im Verhältnis 3 : 8 geändert werden müßte.

Abb. 15
rboverdichter
Antriebturbine
dem Prüfstand

Abb. 16
Schnitt durch das Niederdruckgehäuse des Turbokompressors

kommen, da ihre Betriebsverhältnisse zum Teil noch nicht geklärt sind. Erwähnt sei, daß die Lässigkeitsverluste Wochen hindurch so gering waren, daß die Absaug- und die Rückgewinnanlage überhaupt nicht zu laufen brauchten. An einer Verbesserung dieser Hilfsanlage wird zur Zeit gearbeitet, damit man auf alle Fälle das etwa entweichende Ammoniak wiedergewinnen kann.

Allgemeines Arbeitsverfahren eines Kältekompressors[1])

Das Arbeitsverfahren der Kaltdampf-Kältemaschine, gleichgültig ob Kolben- oder Turbo-Kompressor, besteht darin, daß ein geeigneter Kälteträger die am Orte der Abkühlung abzuführende Wärme aufnimmt und sie bei höherer Temperatur an das Kühlwasser wieder abgibt. Hierzu eignen sich solche Flüssigkeiten, die innerhalb praktisch bequemer Drücke bei tiefer Temperatur unter Wärmeaufnahme aus dem Kühlgut verdampfen. Die Wärme wird dann unter Aufnahme von Arbeit (Verdichtung) auf die höhere Temperatur des Kühlwassers gebracht, von dem sie dann aus dem Prozeß abgeführt wird.

Dieses „Hochpumpen" der Wärme erfolgt im Kältekompressor, der den Kaltdampf auf einen so hohen Druck verdichtet, daß er bei der Temperatur des zur Verfügung stehenden Kühlwassers unter Wärmeabgabe kondensiert.

[1]) Die folgenden theoretischen Überlegungen stammen von Oberingenieur Baumann, Baden-Schweiz, der den Turbo-Kompressor entworfen hat.

Abb. 17
Gang des Arbeitsverfahrens der Kaltdampf-Kältemaschine

a Verdampfer *c* Kondensator
b Kompressor *d* Drosselventil

Abb. 18
Entropiediagramm der Kaltdampf-Kältemaschine

Abb. 17 zeigt den Verlauf dieses Prozesses. In der Kü schlange des Verdampfers *a* verdampft der Kältetr bei der gewünschten Kalttemperatur und dem zugehör Dampfdruck unter Wärmeaufnahme aus dem zu kühl den Mittel, das im Verdampfer außerhalb der R schlange umläuft und entweder unmittelbar gekühlt w oder als Zwischenträger die Wärme von einer entfe gelegenen Stelle im Sinne der eingezeichneten Pf herbringt. Der in der Verdampferschlange gebild Dampf wird vom Kompressor *b* angesogen, verdichtet dem Kondensator *c* zugeführt, wo er sich unter Wär abgabe an das Kühlwasser verflüssigt; das Kühlwa leitet die im Verdampfer *a* aufgenommene Wärme auch den Wärmewert der Verdichtungsarbeit ab. Der flüssigte, unter dem Kompressordruck stehende K träger ist nun wieder zur Verdampfung und Wär aufnahme bereit, nachdem er sich über das Drosselven unter entsprechender Temperatursenkung auf den Kon satordruck entspannt hat.

Der Kälteträger vollführt somit einen geschlossen Kreislauf, dessen Phasen im Entropiediagramm, Abb. 8 übereinstimmend mit Abb. 17 bezeichnet sind. Beim Ide prozeß nach Carnot soll die Zu- und Ableitung der Wär bei gleichbleibender Temperatur, also isothermisch, er folgen, während die Zustandsänderungen von der tiefer zur höheren Temperatur und umgekehrt Adiabaten sind. Die isothermische Zustandsänderung im Verdampfer vol zieht sich unter Wärmezufuhr, wobei die Fläche d unteren Rechtecks die Kälteleistung Q darstellt. Nach adiabatisch gedachter Verdichtung in *b* erfolgt die isoth mische Zustandsänderung im Kondensator unter Abga der Wärme $Q + AL$, wobei AL die zum Prozeß notw dige Arbeit, also den Unterschied zwischen Verdichtu und Expansionsarbeit, darstellt. Die adiabatische Exp sion in *d* beschließt den Kreislauf; sowohl die Verdi tung *b* als auch die Expansion *d* vollziehen sich in Wi lichkeit nicht adiabatisch, erstere erfolgt infolge der Ko pressorverluste unter Wärmezufuhr und letztere v läuft bei Benutzung des Drosselventils (an Stelle ei Expansionsmaschine) nach einer Linie unveränderlic Wärmeinhaltes. Aber auch die Expansion in einer Exp sionsmaschine unter Arbeitsabgabe würde wegen der M schinenverluste nicht adiabatisch erfolgen.

Beim Carnotschen Kreisprozeß ist

$$\varepsilon = \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{aufgewendete Arbeit}} = \frac{T}{\Delta t}$$

Leistungszahl. Man sieht daraus, daß der Gütegrad er Kühlmaschine in der Hauptsache von dem zu überdenden Temperaturgefäll Δt abhängt, das durch die erzielende Kalttemperatur T und die Temperatur des hlwassers festgelegt ist. D e r G ü t e g r a d k a n n s o b e i m I d e a l p r o z e ß d u r c h d i e A r t d e s l t e t r ä g e r s n i c h t b e e i n f l u ß t w e r d e n.

Volumen verschiedener Kälteträger

In Abb. 19 sind für verschiedene Kälteträger und für rdampftemperaturen von 0 bis 30° die für eine Kälteorie notwendigen Sattdampfmengen aufgetragen; darergibt sich für 0° folgende Verhältnisreihe:

Kohlensäure, CO_2	1
Ammoniak, NH_3	3,5
Chlormethyl, CH_3Cl	6,9
Schweflige Säure, SO_2	9,5
Butan[2]), C_4H_{10}	15,5
Chloräthyl, C_2H_5Cl	24
Wasser, H_2O	1300

Für eine Kälteleistung von 1 Mill. kcal/h wären hierh bei — 20 °C Verdampftemperatur die zu verdichten-Sattdampfvolumen:

Kälteträger	Sattdampfvolumen m³/h	m³/min
Kohlensäure	510	8,5
Ammoniak	2 180	36,3
Chlormethyl	4 340	72,3
Schweflige Säure	6 530	108,8
Butan	8 950	149
Chloräthyl	16 750	279,1
Wasser	1 740 000	29 000

Erfahrungsgemäß arbeiten Turbokompressoren für hier in Frage kommenden Druckverhältnisse (rd. 5) bei weniger als rd. 50 m³/min nicht mehr wirtaftlich und nur bei ungewohnt hohen Drehzahlen und r kleinen Raddurchmessern. Dabei entstehen aber wierigkeiten, z. B. durch die Kraftübertragung in den inen Ritzeln des Vorgeleges, durch die verhältnisßig großen Spaltverluste der Laufräder, die kritischen hzahlen der Wellen und die ungünstige Beschauflung Räder. Bei Verwendung von Ammoniak wäre demh der Turbokompressor erst von rd. 1 Mill. kcal/h an zlich, einer Kälteleistung, die in einer Maschine bes zu den Ausnahmefällen gehört.

Man sucht daher für kleinere Kälteleistungen Kälteger zu verwenden, die in der Reihe der Sattdampfvolumina höher liegen, z. B. schweflige Säure, Butan oder Chloräthyl, die bei 0° für die gleiche Kälteleistung das 2,7-, 4,4- und 7fache Volumen erfordern. Mit Wasserdampf als Kälteträger ließe sich die Anwendbarkeit des Turbokompressors nach unten noch weit mehr steigern, weil sein Sattdampfvolumen für eine Kältekalorie bei 0° 1300mal größer ist als dasjenige von Kohlensäure; aber ein derart großes Volumen würde die Wettbewerbfähigkeit des Turbokompressors gegenüber den mit Kälteträgern von kleinen Volumen betriebenen Kolbenkompressoren ausschließen. Nach dem heutigen Stande der Technik dürften die Mindestkälteleistungen für Turbokompresoren ungefähr sein:

Kälteträger	Mindestkälteleistung kcal/h
CO_2	3 000 000
NH_3	1 300 000
CH_3Cl	600 000
SO_2	500 000
C_4H_{10}	300 000
C_2H_5Cl	250 000
H_2O	8 000

Obschon mit sinkenden Verdampftemperaturen die Ansaugvolumen für den Verdichter steigen, kann man die Mindestkälteleistung nicht kleiner ansetzen, weil sich mit zunehmendem Verdichtungsverhältnis das Endvolumen unzulässig verkleinern würde. Die Aufstellung zeigt, daß der Turbokompressor selbst bei Anwendung von Chloräthyl, dessen Volumen für eine Kältekalorie bei 0° 24mal größer als das von Kohlensäure ist, erst von rd. 250 000 kcal/h an mit dem Kolbenkompressor in Wettbewerb treten kann. Hingegen ist der Turbokompressor nach oben in seiner Anwendbarkeit sozusagen unbegrenzt. Für rd. 1300 mm Raddurchmesser sind die oberen Grenzen der Leistung ungefähr in Zahlentafel 1 gegeben:

Zahlentafel 1
Größte Kälteleistung in Mill. kcal/h

Kälteträger	Verdampftemperatur 0 °C	−10 °C	−20 °C	−30 °C
CO_2	200	160	120	80
NH_3	60	40	27	17
CH_3Cl	30	20	14	9
SO_2	22	15	9	6
C_4H_{10}	14	10	7	5
C_2H_5Cl	9	6	3,6	2,2
H_2O	0,17	—	—	—

[2]) In Amerika aus Erdöl erzeugt.

Abb. 19
Sattdampfvolumen verschiedener Kälteträger

Abb. 20 bis 22
Vergleich von Turbokompressoren für Ammoniak, Chlormethyl, schwefliger Säure und Chloräthyl bei gleicher Kälteleistung von 3 Mill. kcal/h

Abb. 23
Verdampfdrücke von Kälteträgern

Für so hohe Kälteleistungen braucht man aber nicht Kälteträger mit großem Sattdampfvolumen, sondern CO_2 oder NH_3, wobei der Vorteil des Turbokompressors zu voller Wirkung kommt.

Erforderliche Radzahl

Für ein bestimmtes Druckverhältnis ist die Radzahl um so kleiner, je größer das spezifische Gewicht des Dampfes im Verhältnis zum Druck ist. In Zahlentafel 2 sind die bei 200 m/s Umfangsgeschwindigkeit ungefähr notwendigen Radzahlen für Verdampftemperaturen von 0 bis — 30 ° und die Verflüssigungstemperatur von + 25 ° zusammengestellt, wobei besonders auffällt, daß NH_3 die rd. dreifache und H_2O die rd. sechsfache Radzahl gegenüber andern Kälteträgern verlangt.

Zahlentafel 2
Notwendige Radzahlen bei 200 m/s Umfangsgeschwindigkeit

Verdampf-temp. °C	Kälteträger						
	CO_2	NH_3	CH_3Cl	SO_2	C_4H_{10}	C_2H_5Cl	H_2O
0	2	6	3	3	3	3	17
—10	3	11	4	4	4	4	—
—20	4	15	5	5	5	5	—
—30	5	20	6	6	6	6	—

Durch Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit auf z. B. 400 m/s (Räder mit Radialbeschauflung) könnte man für mittlere Temperaturen mit Ausnahme von Ammoniak und Wasser mit einem einzigen Rad auskommen, so daß sich der Verdichter, allerdings unter Einbuße am Wirkungsgrad, äußerst einfach gestalten würde. Ein Chloräthylverdichter für die Mindestleistung von 250 000 kcal/h

Abb. 24
Notwendige Gewichte der Kälteträger für 1 Kältekalorie

könnte so mit einem Rad von 200 mm Dmr., das flie an das Zahnradvorgelege angebaut ist, ausgeführt wer Ein gleichwertiger Ammoniak-Kolbenkompressor, der siebenmal weniger Volumen zu fördern hätte, müßte 120 Uml./min doppeltwirkend einen Hubraum von rd. aufweisen. Dieser Kolbenkompressor würde also trotz siebenmal kleineren Dampfvolumens einen größeren R beanspruchen als der Chloräthyl-Turboverdichter.

In Abb. 20 bis 22 sind drei Turbokompressoren 3 000 000 kcal/h für Ammoniak, Chlormethyl oder sch lige Säure und Chloräthyl maßstäblich verglichen.

Für die Wahl des Kälteträgers kommen nicht a die besprochenen Verhältnisse, sondern noch andre sichtspunkte in Frage, von denen hier nur einzelne gestreift werden können. So verdampfen bei den gebrä lichen Kühltemperaturen gerade diejenigen Kälteträger sich ihres großen Volumens wegen für Turbokompress eignen, z. B. schweflige Säure, Butan und Chloräthyl, u 1 at. Verdampfer und Niederdruckseite des Verdich müssen daher zur Verhütung von Störungen des Wä überganges sorgfältig gegen Lufteintritt geschützt wer Aus Abb. 23 ist ersichtlich, daß Ammoniak im ga Gebiet der Verdampftemperaturen über 1 at liegt, wäh die andern Kälteträger, wie Chlormethyl, Butan und sch lige Säure, teils über, teils unter 1 at und Chloräthyl ständig unter 1 at liegt.

Wenn das in der Zeiteinheit umzuwälzende Gew des Kälteträgers ein Maß ist für die Menge der einmal Füllung, so könnte das für 1 Kältekalorie notwendige wicht des Kälteträgers, Abb. 24, in bezug auf den schaffungspreis eine Rolle spielen.

Die zum Teil unangenehmen, zum Teil gesundh schädlichen Wirkungen einzelner Kälteträger und ihre flüsse auf die verschiedenen Baustoffe werden oft von Anhängern bisheriger Bauarten übertrieben. Alle K träger können, in zu großen Mengen eingeatmet, gef lich werden, aber man darf auch behaupten, daß ke dieser Stoffe bei den in Kältemaschinen praktisch vor menden Undichtigkeiten die Gesundheit der Bedienung fährden kann. Dieser Umstand wäre also kein Gr gegen die Einführung technisch berechtigter Neuerun

Wichtig für die Wahl des Kälteträgers ist dessen dichtungsexponent, der nach dem Boltzmannschen Ge eine Funktion der Atomzahl ist. Bei zweiatomigen Ga wie Luft, beträgt er 1,4, bei dreiatomigen, wie SO_2 usw., rd. 1,25, und bei mehratomigen, z. B. Chlorä C_2H_5Cl, sinkt er bis auf rd. 1,10, also beinahe auf Exponenten 1 der Isotherme. Die infolge der Verdicht eintretende Erwärmung ist deshalb bei den mehratom Dämpfen kleiner, man hat also hier die sonst nur Zwischen- oder Zylinderkühlung erzielbare Verminde der Verdichtungsarbeit umsonst. Die Anwendung m atomiger Kältemittel, z. B. des für Turbokompressoren sonders geeigneten Choräthyls, ist daher auch in di Beziehung günstig.

Andre allgemein kältetechnische Vor- und Nachi einzelner Kälteträger, z. B. die Wirkung der Unterküh der Kälteflüssigkeit, die Abscheidung von Flüssigkeit dem Dampf vor dem Verdichter, die Zusatzverdichtung Kälteflüssigkeit bei Kohlensäure, die Zwischendamp nahme am Drosselventil, die Überflutung des Verdamp usw., kann man in einschlägigen Quellen nachsehen[3]

Schlußfolgerungen

Die Erwartungen, mit denen man an die Bestel dieses ersten Ammoniak-Turbokältekompressors he ging, haben sich in nunmehr siebenmonatigem Da betrieb erfüllt. Die Ergebnisse der Abnahmevers sollen später veröffentlicht werden.

Die Grenze, von der ab für Ammoniak als Kälte die Turbomaschine gegenüber der Kolbenmaschine ü haupt in Frage kommen kann, scheint etwa bei 1,5 kcal/h zu liegen[4]). Benutzt man jedoch einen in der R

[3]) Hirsch, Die Kältemaschine, Göttsche, Die Kältemas Ostertag, Kälteprozesse, Reif, Störungen an Kältemaschinen, schrift f. d. ges. Kälteindustrie.

[4]) Lorenz, Die Möglichkeit der Verwendung von Kreiselgebl als Kühlmaschinenverdichter; Z. f. die ges. Kälteindustrie 1910.

Abb. 25
Grundriß der Kompressor-Anlage

a Kondensation
b Anzapf-Kondensations-Turbodynamo 2500 kW
c „ Gegenstrom- „ 4700 „
d Raum für einen weiteren Turbokompressor
e BBC-Turbokompressor, 8 Mill. kcal/h
f Zwischenkühler
g Sulzer-Kolbenkompressor, 3,4 Millionen kcal/h
h Schaltanlage
i Ammoniakkondensator

Ansaugvolumen hochstehenden Kälteträger, wie Chlorhyl, schweflige Säure oder Chloräthyl, so könnte man wirtschaftliche Grenze für Turbokompressoren noch eblich herunterdrücken, wenn nicht andre Bedenken en die Verwendung dieser Gase sprächen. Gegen Amniak besteht kein Bedenken, nachdem es gelungen ist, der Sperrölstopfbüchse eine einwandfreie Lösung der lichtung zu finden.

Die Anlagekosten betragen bei Turbokompressoren 6 bis 8 Mill. kcal/h etwa 50 bis 60 vH der Kosten von ch starken Kolbenkompressoren einschließlich des npfantriebs, der Bedarf an Grundfläche beträgt etwa Drittel des Bedarfs eines Kolbenkompressors, Abb. 25. Die Wirtschaftlichkeit einer Turbokompressoranlage enüber einer Kolbenkompressoranlage muß aber jedem einzelnen Fall gewissenhaft untersucht wer-, wobei außer den Kühlwasserverhältnissen in erster ie die Frage eine Rolle spielt, ob die Dampfseite mit gendruck oder mit Kondensation betrieben werden soll. besonderen Fällen können auch Verbindungen von bokompressoren für Niederdruck und Kolbenkompresen für Hochdruck wirtschaftliche Vorteile bieten.

Für den Praktiker wichtig ist, daß die von ganz ßen Kältemaschinen (über 2 Mill. kcal/h), gleichtig, ob Turbo- oder Kolbenkompressor, gelieferten temengen zur Zeit nur unter gewissen Voraussetzungen ier beherrscht werden können. Sobald an einen großen Kompressor mehrere Verdampfergruppen angeschlossen sind, die aus Betriebsrücksichten abwechselnd ein- und ausgeschaltet werden, während andere gleichzeitig durchlaufen, treten Ammoniakverschiebungen von Gruppe zu Gruppe und damit Regelschwierigkeiten ein. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß man große Kälteleistungen nur dann in einer einzigen Maschine vereinigen darf, wenn es möglich ist, diese Maschine mit gleichartigen Verdampfern zu belasten, die unter möglichst gleichen Betriebsverhältnissen arbeiten.

Ein großes Arbeitsfeld wird neuerdings dem Turbokompressor bei der Herstellung von Wasserstoff für die Ammoniaksynthese aus den Kokereigasen erschlossen; auch dürften Turbokompressoren von großen Leistungen für die jetzt in Entwicklung begriffenen Pläne der Gasfernversorgung in Frage kommen. Es kann daher gesagt werden, daß die Arbeit, die die Hersteller und die Ingenieure des bestellenden Werkes beim Bau und bei Inbetriebnahme dieser größten Kältemaschine geleistet haben, auch auf andern Gebieten ihre Früchte tragen wird. Vielleicht ist auch die Zeit nicht mehr allzufern, wo man ähnlich der zentralen Städteheizung im Winter an eine zentrale Kühlung im Sommer herangehen kann, um die Belastung der großen Wärmekraftwerke wirtschaftlicher zu gestalten. Da es sich hierbei um erhebliche Kälteleistungen handeln dürfte, wird gerade hier der Turbokompressor den Anforderungen genügen können. [B 337]

Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen

Bei der Feuergefährlichkeit vieler Ölsorten ist es erlerlich, besondere Häfen oder Hafenteile für den Ölschlag vorzusehen, um einer Ausbreitung von Bränden zubeugen. Diese Häfen bezeichnet man im allgemeinen „Petroleumhäfen". Bei ihrem Ausbau ist besonders zu chten, daß die Brandgefahr nach Möglichkeit einchränkt wird und entstehende Brände im Keim erkt werden können. Hierzu dient einmal eine zwecksprechende Anordnung der Ölbehälter, ferner Sicherheitsl Feuerlöscheinrichtungen.

Wie man im Einzelfalle vorgegangen ist, hat Dr. Siebert der Hand von 13 Ausfuhr- und 16 Einfuhrhäfen veriedener Bauart untersucht[1]).

Eine mustergültige Anlage ist hiernach der Petroleumen von Richemond, ein offener, nur für die Ölverschifg bestimmter Hafen bei San Francisco, der durch eine drige Hügelkette vom Hinterland getrennt ist. Besondere Hafenteile für den Ölumschlag mit vorbildlichen Einrichtungen findet man in einer ganzen Anzahl von Welthäfen. In den neueren europäischen Ölhäfen hat man zum Teil die Ein- und Ausfahrt verschließbar ausgeführt. In dieser Hinsicht ist der Petroleumhafen von Amsterdam, ein hufeisenförmiger Hafen mit zwei schmalen Zufahrten, bemerkenswert. Die Hufeisenform hat allerdings den Nachteil, daß die starke Krümmung des Ufers für lange Dampfer unbequem ist.

Beim neuen Hamburger Petroleumhafen, der 1914 fertiggestellt worden ist, hat man als Abschluß eiserne Pontons vorgesehen. Da diese die Ein- und Ausfahrt der Schiffe jedoch sehr behindern, hat man sie in den letzten Jahren nicht mehr verwendet, hält sie jedoch für den Bedarfsfall in greifbarer Nähe.

Die Behälter selbst hat man mit Erdwällen umgeben und mit Sicherheitsvorrichtungen wie Abflußrohren, Lüftungsanlagen, Blitzableitern und Berieselungsanlagen versehen.

Für die Feuerlöschung von Ölbränden hat man in letzter Zeit Schaumlöschverfahren ausgebildet; es fehlen hierbei jedoch noch die praktischen Erfahrungen. Zur Brandverhütung in den Petroleum-Hafenanlagen sind polizeiliche Bestimmungen erlassen. [N 631] W. S.

[1]) Dr. Siebert, Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen. ertation der Technischen Hochschule Danzig. Berlin 1926, Ernst ohn.

Kreisplatte mit Rippenstern

Von Dr.-Ing. M. Schilhansl, München.

Anwendungsbeispiele für als Kreisplatte mit Rippenstern bezeichnete Konstruktionsteile — Näherungslösung für den Kamm eines Axialdrucklagers und Vergleich mit der strengen Lösung — Näherungsverfahren, bei dem die von den versteifenden Rippen aufzunehmenden Stützkräfte durch Einzelkräfte ersetzt werden.

Abb. 1
Spiralförmiges Einlaufgehäuse zu den Turbinen des Kraftwerkes Finsing der Mittleren Isar-A.-G.

Bei vielen plattenförmigen Bauteilen ist es naheliegend, durch Hinzufügung von Rippen eine größere Steifigkeit zu erreichen. In manchen Fällen führt dies auch zum Ziel, in andern Fällen dagegen wird nichts gewonnen oder eine nur mangelhafte Entlastung erreicht. Es sind sogar Fälle denkbar, wo durch die Anbringung von Rippen wertvolle Eigenschaften eines Bauteiles wie z. B. die gleichmäßige Wärmeleitfähigkeit nach allen Seiten verloren gehen. Ferner ist zu bedenken, daß die Spannungen in unmittelbarer Nähe der Rippe bei unrichtiger Verteilung der Rippen größer sein können als in der Mitte des zwischen den Rippen gelegenen Plattenfeldes.

Die rechteckige, durch Rippen versteifte Platte wurde von Nádai[1]), Marcus[2]) und Müller-Wien[3]) behandelt. Diese Arbeiten sind hauptsächlich auf die Bedürfnisse des Bauingenieurs zugeschnitten. Für eine kreis- oder kreisringförmige, durch als starr angenommene Rippen versteifte Platte habe ich in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik[4]) ein allgemeines Lösungsverfahren mitgeteilt, mit ihm können solche und ähnliche Maschinenteile, wie sie in Abb. 1 bis 4 gekennzeichnet sind, auf ihre Festigkeit hin untersucht werden.

Bei der gedrungenen Ausführung des Lagers, Abb. 4, ist die Versteifung durch Rippen gerade noch zulässig; der besondere Verwendungszweck dieses Maschinenteiles erfordert nämlich, daß die elastische Verschiebung der Mitte eines zwischen den Rippen liegenden Plattenfeldes g den durch die Rippen versteiften Streifen kleiner sei al Dicke der Ölschicht zwischen Kamm und Spursegme Diese Dicke wird zu etwa 0,002 bis 0,003 cm angege Wollte man beispielsweise den Kamm für ein Druckl mit höherer Belastung durch geometrische Vergröße der Ausführung nach Abb. 4 entwerfen, so wäre zu fürchten, daß infolge der zu groß werdenden Durchbie gen der „Felder" die durch die Rippen versteiften radi Streifen die Übertragung der axialen Belastung mehr weniger allein übernehmen und so in metallische Berüh mit den Spursegmenten kommen. In einem mir bek gewordenen Falle hat Prof. Dr. D. Thoma, Münc derartige Bedenken geäußert.

Es ist nun in einem solchen Fall, wo es sich nu die Feststellung der Größenordnung handelt, nicht n die ziemlich zeitraubende strenge Lösung durchzurech sondern man wird sich zunächst mit einem Näherung fahren begnügen. Erst wenn dies zu dem Ergebnis f daß die so ermittelte Durchbiegung in der Nähe der al lässig erkannten Grenze liegt, wird es nötig, die str Lösung aufzusuchen.

Abb. 2 und 3
Zylinder einer Schmalspurlokomotive

Abb. 5 und 6
Ringplatte mit Rippens

Ein für die zahlenmäßige Auswertung manchmal unbequem scheinender, aber im Vergleich zu der bei s gen Lösungen meistens aufzuwendenden Rechenarbeit als kurz zu bezeichnender Weg ist der, einen Ansatz einem oder mehreren Freiwerten für die Gestalt der el schen Fläche zu machen, der der zu erwartenden Form ihren Merkmalen und Grenzbedingungen möglichst voll dig entspricht, und den oder die Freiwerte durch die wendung des Satzes vom Kleinstwert der Formänderu arbeit zu bestimmen[5]). In unserem Fall empfiehlt sich Ansatz

$$w = A(r - r_i)(1 + \cos k\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1$$

hierin bedeutet w elastische Verschiebung senk zur Plattenmittelebene, r und φ Polarkoordinaten Nabenhalbmesser, k Zahl der Rippen und A Integrati freiwert. Gl. (1) genügt zwar weder der Differential chung für die elastische Fläche, noch der Grenzbeding daß die Ringplatte infolge ihres Zusammenhanges mit Nabe am Innenrand ($r = r_i$) als eingespannt zu betrac ist und am Außenrand ($r = r_a$) die Scherkräfte und d auch die radialen Biegungsspannungen verschwinden ten. Dagegen sind folgende Grenzbedingungen erfüllt

Abb. 4
Segmentdrucklager mit eingesetztem Druckkamm (Außenansicht)

[1]) Vergl. Nádai, Die elastischen Platten, Berlin 1925, S. 130 u. f. ein umfassendes Literaturverzeichnis findet sich auf S. 324 u. 325.

[2]) Vergl. Marcus, Die Theorie elastischer Gewebe, Berlin 1924.

[3]) Vergl. Müller-Wien, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 355.

[4]) Vergl. Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 484.

[5]) Vergl. Föppl, Drang und Zwang, Bd. 1 S. 130.

. am Innenrand wird die Verschiebung $w = 0$;

2. längs der Halbmesser $\varphi = \pm \varphi_0$ $\left(\varphi_0 = \frac{\pi}{k}\right)$, wo die tarr angenommenen Rippen sitzen, ist die Einsenkung 0;

3. längs dieser Halbmesser treten wagerechte Tangen- n der Umfangsrichtung auf, wodurch der stetige Über- zu den Nachbarfeldern gesichert ist.

ch habe diesen Fall auch mit Hilfe der strengen ng durchgerechnet und füge den Vergleich der beiden nungen für einen Druckkamm nach Abb. 5 und 6 in 7 und 8 bei. Die Näherungsrechnung ergibt am Außen- eine kleinere Formänderung, eine Beobachtung, nan auch bei anderen Festigkeitsaufgaben machen . Ich verweise z. B. auf die von Nádai[6]) gefun- Durchbiegung für die durchlaufende, auf einem von Stützen in quadratischer Teilung aufliegende e, für die der größte Biegungspfeil bei einem enabstand von 2 a gegeben ist durch

$$f = 1{,}045 \frac{p\,a^4}{E\,h^3}.$$

Abb. 7 und 8
rgleich von strenger Lösung und Näherung für die stischen Verschiebungen auf dem radialen Schnitt =0 (oben) und dem Außenrand (unten) für eine Ringplatte mit Rippenstern nach Abb. 5 und 6

Näherungslösung nach Föppl[7]), deren Freiwert mit des Satzes vom Kleinstwert der Formänderungsarbeit telt wurde, liefert dagegen:

$$f = 0{,}55 \frac{p\,a^4}{E\,h^3}.$$

die strenge Lösung den 1,9fachen Betrag ergibt, liegt ı, daß sie im Gegensatz zur Näherungslösung die Ver- isse in der Umgebung der punktförmigen Stütze be- ichtigt.

Mit den Zahlenwerten: Elastizitätsmodul $E = 2\,100\,000$ kg/cm²,

Belastung $P = p\,\pi\,(r_a^2 - r_i^2) = 230\,000$ kg,

Außenhalbmesser $r_a = 76$ cm und

Plattendicke $h = 8$ cm,

t man für Abb. 5 und 6 die größte Durchbiegung ,017 cm. Damit ist die Nichtzulässigkeit dieser Bau- ewiesen.

Bei anderen Auflagerbedingungen lassen sich andere he Ansätze finden, doch soll auf diese hier nicht mehr gangen, sondern noch ein wesentlich verschie-

Abb. 9 bis 13
Kreisplatte mit 6 Einzelkräften in verschiedenen Abständen σ vom Plattenmittelpunkt

denes Näherungsverfahren angegeben werden. Als Beispiel hierfür wähle ich eine eingespannte Kreisplatte ($r_i = 0$) mit $k = 6$ Rippen.

Ich denke mir zunächst die Rippen entfernt und die am äußeren Umfang eingespannte Kreisplatte durch eine gleichmäßige Flächenlast p [kg/cm²] verformt. Die für diesen Belastungszustand und die angenommenen Grenzbedingungen passende Lösung für die elastische Fläche w_0 ist bekannt; sie lautet:

$$w_0 = \frac{p}{64\,N}\,(a^2 - r^2)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2),$$

worin N = Plattensteifigkeit $= \frac{E h^3}{12\,(1-\nu^2)}$ [cmkg], a = Plattenhalbmesser und ν = Querdehnungszahl.

Weiterhin untersuche ich eine ebenfalls am Außenrand eingespannte Kreisplatte, die als Belastung nur eine Anzahl k über irgend einen zum Plattenumfang konzentrischen Kreis vom Halbmesser σ in gleichen Abständen $2\,\varphi_0 = 2\,\pi/k$ verteilte Einzelkräfte P_σ trägt. Die Lösung für diesen Belastungsfall kann aus den von A. Föppl in den Sitzungsberichten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften über „Die Biegung einer kreisförmigen Platte" 1912 mitgeteilten Formeln für die Kreisplatte mit exzentrischer Einzellast[7]) unmittelbar abgeleitet werden. Sie setzt sich aus zwei Teillösungen w' und w zusammen, von denen die erste vom Plattenmittelpunkt bis zum Kreise mit dem Halbmesser σ, die zweite von diesem Kreise bis zum Halbmesser a gilt. Jede der beiden Lösungen kann in folgender Form geschrieben werden:

Abb. 14
Schnitt längs des Halbmessers $\varphi = 0$ durch die elastische Fläche einer eingespannten Kreisplatte unter der Belastung durch sechs Einzelkräfte $P_5 = 1$ (Lasteneinheit)

[6]) Vergl. Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 2 (1922) S. 7 u. 12.
[7]) Vergl. Föppl, Drang und Zwang, Bd. 1 S. 204.

$$w' = R_0' + \sum_{nk=1}^{nk=\infty} R_n' \cos n k \varphi \quad \ldots\ldots (3);$$

$$w = R_0 + \sum_{nk=1}^{nk=\infty} R_n \cos n k \varphi \quad \ldots\ldots (4).$$

Mit den Grenzbedingungen dieses Sonderfalles erhält man:

$$R_0' = c_0 \left\{ (r^2 + \sigma^2) \ln \frac{\sigma}{a} + \frac{(a^2 + r^2)(a^2 - \sigma^2)}{2 a^2} \right\} \quad \ldots (5)$$

$$R_n' = c_n \left\{ \frac{r^{nk}}{a^{2nk}} \left[(nk-1)\sigma^2 - nk\, a^2 + \sigma^2 \frac{a^{2nk}}{\sigma^{2nk}} \right] + (nk-1) \frac{r^{nk+2}}{a^{2nk}} \left[1 - \frac{nk}{(nk+1)} \frac{\sigma^2}{a^2} - \frac{1}{(nk+1)} \frac{a^{2nk}}{\sigma^{2nk}} \right] \right\} \quad \ldots (6)$$

$$R_0 = c_0 \left\{ (r^2 + \sigma^2) \ln \frac{r}{a} + \frac{(a^2 + \sigma^2)(a^2 - r^2)}{2 a^2} \right\} \quad \ldots (7)$$

$$R_n = c_n \left\{ \frac{r^{nk}}{a^{2nk}} \left[(nk-1)\sigma^2 - nk\, a^2 + (nk-1) r^2 - \frac{nk(nk-1)}{nk+1} \frac{\sigma^2}{a^2} r^2 \right] + \frac{1}{r^{nk}} \left(r^2 - \frac{nk-1}{nk+1} \sigma^2 \right) \right\} \quad \ldots (8)$$

Für die in diesen Formeln noch vorkommenden Freiwerte c_0 und c_n findet man:

$$c_0 = \frac{k P_\sigma}{8 \pi N} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9),$$

$$c_n = c_0 \frac{\sigma^{nk}}{nk(nk-1)} = \frac{k P_\sigma \sigma^{nk}}{8 \pi N\, nk(nk-1)} \quad \ldots (10).$$

Ich setze nun P_σ gleich der Lasteinheit und berechne die elastischen Flächen für verschiedene Angriffstellen σ der Lasteinheiten, die in Abb. 9 bis 13 für $\sigma = 0{,}1\,a$, $\sigma = 0{,}3\,a$, $\sigma = 0{,}5\,a$, $\sigma = 0{,}7\,a$ und $\sigma = 0{,}9\,a$ eingezeichnet sind. In Abb. 14 ist ein Schnitt durch die elastische Fläche mit der Ebene $\varphi = \varphi_0$ gezeichnet, und zwar für die k Lasteneinheiten auf dem Halbmesser $\sigma = 0{,}9\,a$, wobei die Größe der einzelnen Summanden R_0, R_1, R_2 usw., bzw. R_0', R_1', R_2' usw. gestrichelt eingetragen ist.

Die Rechnung läßt sich unter Zuhilfenahme des Maxwellschen Satzes von der Gegenseitigkeit der Verschiebung erheblich abkürzen, der aussagt, daß die an der Stelle i sitzende Lasteinheit an der Stelle m eine Einsenkung hervorruft, die gerade so groß ist, als die Einsenkung an der Stelle i, die durch eine an der Stelle m sitzende Lasteinheit erzeugt wird. Setze ich an die Stelle der Lasteinheit die Kraft P_σ, so sind die unter Zugrundelegung der Lasteinheit berechneten Einsenkungen mit P_σ zu vervielfachen.

Durch geeignete Wahl der P_σ als Funktion des „Parameters" σ kann man erreichen, daß an den Stellen der Lastenangriffe die Einsenkungen w mit umgekehrten Vorzeichen gerade so groß sind, wie die aus Gl. (2) zu berechnenden Durchbiegungen w_0. Bei einer strengen Lösung müßte auf diesem Halbmesser eine stetige Linienbelastung $P_\sigma = f(\sigma)$ angenommen werden und könnte dementsprechend auch verlangt werden, daß die Einsenkung längs der Halbmesser $\varphi = \pm \varphi_0$ nach Überlagerung des Verformungszustandes w_0 verschwindet[8]). Gerade weil die stetige Linienbelastung durch mehrere Einzelkräfte ersetzt wird, kann das vorgeschlagene Verfahren nur als Näherungslösung bezeichnet werden.

Man erhält durch Zusammenzählen der von den Einzelkräften P_1, P_2, P_3 usw. an einer Stelle hervorgerufenen Einsenkungen und durch ihren Vergleich mit der Größe $-w_0$ an derselben Stelle ein System von ebensovielen linearen Gleichungen, als man Kräfte P_σ angesetzt hat. Im allgemeinen kommt man mit sehr wenig Einzelkräften aus, ohne daß die Ergebnisse besonders ungenau werden. Man erhält:

Aus diesem Gleichungssystem sieht man sofort, daß a auf der linken Seite nur die Glieder links von den (e gedruckten) Diagonalgliedern zu berechnen hat, li rechts davon stehenden folgen aus dem bereits erwähe Satz von Maxwell. Die Ausrechnung dieses (e chungssystems stößt auf keinerlei Schwierigkeiten, c zur Berechnung der endgültigen Durchbiegung sind u noch lineare Kombinationen von bereits bekan Zahlen nötig.

Man wird sich vielleicht gewundert haben, daß ic beim Gleichungssystem (11) mit so vielen Dezimalst e gerechnet habe, obschon ich das Verfahren al Näherungsrechnung bezeichnet habe. Dies ist jedoch nö und nicht zu umgehen; denn bei der schließlichen Üb lagerung der durch die gleichmäßige Flächenlast p durch die fünf Einzelkräfte als Ersatz der Rippen er vorgerufenen Verformungen handelt es sich um di Unterschiede nahezu gleich großer Zahlen, wie am o genden Beispiel gezeigt werden möge. Im Pu $r = 0{,}1\,a$ ist

$$
\begin{aligned}
w_0 &= 0{,}980\,1 \frac{p\,a^4}{64\,N} \\
w_{P_1} &= -0{,}067\,68 \frac{p\,a^4}{64\,N} \\
w_{P_2} &= -0{,}458\,10 \;\;\text{„} \\
w_{P_3} &= -0{,}308\,32 \;\;\text{„} \\
w_{P_4} &= -0{,}140\,94 \;\;\text{„} \\
w_{P_5} &= -0{,}005\,02 \;\;\text{„} \qquad -0{,}980\,06 \;\;\text{„} \\
\hline
f &= 0{,}000\,04 \frac{p\,a^4}{64\,N}
\end{aligned}
$$

Für f_{max} erhält man schließlich

$$f_{max} = 0{,}000\,31 \frac{p\,a^4}{N}.$$

Das geschilderte Verfahren liefert an den Angrif punkten der Einzelkräfte unendlich große Biegungssp nungen. Dies ist nur eine Folge der Annahme, daß di Einzelkräfte auf einen Punkt wirken. Nimmt a dagegen auf dem Kreis mit dem Halbmesser σ statt de Einzelkräfte eine Linienbelastung p' an, die auf ei Bogen von der Länge e von $\varphi = + \varphi_0$ oder $-e$ o $\varphi = -\varphi_0$ aus gemessen den Betrag $p'' =$ konst err und dazwischen null ist, wobei $p'' = P/2\,e$ ist, so ble die Biegungsspannungen endlich. Zweckmäßigerwe setzt man hierbei $2\,e$ gleich der Dicke der Rippen. E ist jedoch nicht nötig, dies von vornherein zu ber sichtigen. Man kann nach dem Vorgang von Nád[9] die Einzelkraft p auf einen Kreis vom Halbmesser e ve teilt ansehen und nachträglich für den Mittelpunkt d Kreises die endlich bleibenden Spannungen berech

[8]) Die weitere Verfolgung dieses Gedankens führt auf i Integralgleichung erster Art (vergl. v. Mises, Zeitschr. f. angew. M und Mech. Bd. 5 (1925) S. 150 ff.), in der die Lösungen 2 und 3 als „ unter dem Integral erscheinen und die Lösung 1 als linke Sei d Integralgleichung auftritt.

[9]) s. Fußnote [6]).

$$
\left.
\begin{aligned}
\mathbf{0{,}453\,993}\, P_1 + 0{,}339\,157\, P_2 + 0{,}198\,532\, P_3 + 0{,}079\,213\, P_4 + 0{,}009\,554\, P_5 &= -0{,}9801 \frac{\pi\, p\, a^2}{48} \\
0{,}339\,157\, P_1 + \mathbf{0{,}279\,103}\, P_2 + 0{,}173\,369\, P_3 + 0{,}071\,158\, P_4 + 0{,}008\,754\, P_5 &= -0{,}8281 \frac{\pi\, p\, a^2}{48} \\
0{,}198\,532\, P_1 + 0{,}173\,369\, P_2 + \mathbf{0{,}125\,580}\, P_3 + 0{,}056\,053\, P_4 + 0{,}007\,261\, P_5 &= -0{,}5625 \frac{\pi\, p\, a^2}{48} \\
0{,}079\,213\, P_1 + 0{,}071\,158\, P_2 + 0{,}056\,053\, P_4 + \mathbf{0{,}034\,901}\, P_4 + 0{,}005\,568\, P_5 &= -0{,}2601 \frac{\pi\, p\, a^2}{48} \\
0{,}009\,554\, P_1 + 0{,}008\,754\, P_2 + 0{,}007\,261\, P_3 + 0{,}005\,568\, P_4 + \mathbf{0{,}003\,153}\, P_5 &= -0{,}0361 \frac{\pi\, p\, a^2}{48}
\end{aligned}
\right\} \quad (11).
$$

[B 297

Die Abhängigkeit der Vorgänge im Hochofen von der Stückgröße der Beschickungsstoffe

Von Prof. Diepschlag, Breslau

Beziehungen zwischen Erzbeschaffenheit, Windmengen und Ofenabmessungen — Feinerzbeschickung — Wirtschaftliche Aussichten der Erzzerkleinerung — Beheizung der Beschickungsstoffe — Verteilung der Stoffe durch die Aufgabevorrichtungen

eim Studium alter Schriften über die Hochofentechnik kann man wahrnehmen, daß jene alten Praktiker mit den mannigfaltigen Erscheinungen Vorgängen des Hochofenbetriebes genau vertraut n. Ihre Beobachtungen und Erfahrungen über das alten der Beschickung im Hochofen, über die Eigenler Beschickungsstoffe, über die Eigentümlichkeiten Verbrennung und Schmelzung und über die Güte der ugten Roheisensorten gehen bis in alle Einzelheiten. Sie wissen z. B. ganz genau, welche Erze für die Erung eines bestimmten Roheisens günstig sind und he sich in geringerem Maße eignen. Ihnen ist bett, daß im Hochofen eine hohe Temperatur im Gestell ugt werden muß und daß man das erreicht, indem das Gestell möglichst eng baut, das Feuer gewisseren konzentriert, daß man dagegen im Stückofen ger hohe Temperaturen anwendet und daher ein s Gestell braucht. Sie wußten ferner, daß eine nflussung des Ofenganges mittels Regelung der dzufuhr durch die Düsen derart möglich war, daß ach dem Betriebzustande die Düsen weiter in den geschoben oder zurückgezogen wurden, daß man r mit verschiedenen Düsenquerschnitten arbeiten und h diese Maßnahme die Windpressung regeln konnte. nfalls war die Erkenntnis Allgemeingut, daß gewisse ehungen zwischen Schmelzvorgängen, Gestellweite, dmengen und Windpressung bestanden.

Karsten[1]) schreibt 1827 darüber wörtlich: „Ohne zweckmäßige, nach der Wirksamkeit des Gebläses, der Eigenschaft der Erze und nach der Verbrenneit der Kohlen eingerichtete Konstruktion des Schachund Gestelles und ohne eine der Beschaffenheit des nmaterials angemessene Geschwindigkeit der Geluft ist ein unnötig hoher Kohlenaufwand beim Hochbetrieb nie zu vermeiden." Man ersieht daraus, wie u man damals über den Zusammenhang vorwiegend anischer Vorgänge und Zustände im Hochofen unteret war. Erklärlich ist dieser Zustand vielleicht dah, daß die damals genau beobachteten Erscheinungen Ofenganges wegen der kleinen Ofeneinheiten viel indlicher hervortraten und daß die Überwachung Vorgänge im Hochofen mehr auf Einzelheiten einllt war. Damals war die von einem einfachen Ge gelieferte Windmenge und Windpressung das ebene, die Ofenabmessungen mußten dem angepaßt len.

Erst mit der Einführung der Dampfgebläse waren Windmengen nicht mehr so eng begrenzt, und dadurch worauf auch Johannsen[2]) hinweist, eine wich- Vorbedingung für die bedeutende Vergrößerung der öfen erfüllt. Allerdings haben noch andere Einflüsse elegen, die eine Vergrößerung der Öfen veranlaßten. dem die Verwendbarkeit von Koks erwiesen war, te Brennstoff in jeder beliebigen Menge zur Verng gestellt werden, im Gegensatz zur Holzkohle, n ausreichende Beschaffung zunehmende Schwierign bereitete. Der Eisenbedarf wurde infolge der Verung der Dampfkraftmaschinen sehr stark gesteigert, schließlich wurde die industrielle Entwicklung durch Schaffung leistungsfähiger Fördermittel, Eisenbahn, fahrt, am meisten gefördert.

Infolge der Vergrößerung der Hochöfen ist zweifellos nmittelbare Beobachtung der Vorgänge im Hochofen ern erschwert worden, als die verschiedenen Vore und Erscheinungen nicht so augenfällig hervorn und die Aufmerksamkeit durch neu erwachsende aben, wie Förderfragen und wirtschaftliche Angelegenheiten größeren Ausmaßes, von den Vorgängen im Hochofen abgelenkt wurde.

Jedenfalls ist in der Folgezeit nicht mehr die klare Erkenntnis der Zusammenhänge der Betriebsgrößen des Hochofens wahrzunehmen. Die Hochofenpraxis entwickelte sich mehr nach der Richtung durch Anschauung begründeter Erfahrung, man erblickte die Ursache des erfolgreichen Ofenbetriebes vorwiegend in der richtigen Wahl der inneren Abmessungen des Ofens und ließ die hiermit in Zusammenhang stehenden anderen Punkte zu sehr außer acht. Es gab Vorschriften für das Ofenprofil, die vielfach geheim gehalten wurden und die man nur mit Widerstreben änderte. So hatte fast jeder Betrieb besondere Ofenabmessungen. Das Ergebnis der Erfahrungen aus jener Zeit war wohl, daß eine gewisse Abhängigkeit zwischen der Erzbeschaffenheit und dem Ofenprofil besteht, daß auch die erzeugte Roheisensorte hiermit im Zusammenhang steht und daß der Ofengang bei einer gewissen Betriebsgeschwindigkeit am regelmäßigsten ist; über eine rein erfahrungsmäßige Bewertung dieser Vorgänge kam man aber nicht hinaus.

Erst die neue Hochofenpraxis, die durch wirtschaftlichen Zwang die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit eines Hochofens derart vermehrte, daß eine weitgehende Steigerung der bisherigen Betriebsgeschwindigkeit notwendig wurde, hat erzwungenermaßen das Aufeinandereinstellen der zusammenwirkenden Vorgänge des Ofens erbracht. So ist heute bekannt, daß eine Erweiterung des Ofenprofils möglich ist, wenn gleichzeitig die Windmenge und der Winddruck entsprechend geändert werden. Erfreulicherweise ist, wie aus dem neueren in- und ausländischen Schrifttum ersichtlich, die Aufmerksamkeit auf die mechanischen Vorgänge im Ofen in erhöhtem Maße gelenkt worden, nachdem lange Zeit die Untersuchung und Erörterung der chemischen Vorgänge viel zu sehr im Vordergrund gestanden hat.

Bei Betrachtung der Vorgänge im Hochofen muß man zwischen den chemischen Umsetzungen der aufeinanderwirkenden Stoffe, die mehr oder weniger ohne willkürliche Beeinflussung vor sich gehen, und den vielfachen Vorgängen mechanischer Art unterscheiden, die die Bedingungen für einen günstigen Verlauf der Umwandlungen schaffen. Wenn z. B. die Eisenoxyde vornehmlich durch Kohlenoxyd reduziert werden sollen, so ist als Vorbedingung die Aufgabe zu erfüllen, daß das Kohlenoxyd mit der gesamten Menge Eisenoxyd unter den besten Reaktionsverhältnissen in Berührung kommt. Bei dem heutigen Betriebe des Hochofens ist das nur sehr unvollkommen der Fall[3]); man hat den Reaktionsablauf viel zu sehr zufälligen Vorgängen preisgegeben, und daraus sind die starken Abweichungen der einzelnen Betriebergebnisse bezüglich Brennstoffaufwand und Ofenleistung zu erklären. Aus dieser Erkenntnis ist ein Untersuchungsplan entstanden, der sich die Beobachtung der Beschickung und der Gase während des Durchsatzes zur Aufgabe macht, um die bisher vorliegenden Bewertungen der Güte nach, die sich in der Erfahrung des Hochöfners bekunden, genauer festzustellen.

Man kann, die Vorgänge im Hochofen nach diesen Gesichtspunkten betrachtet, die Bedingungen kennzeichnen, die zur Erreichung eines günstigen Verlaufes zu erfüllen sind. Dicke Erzstücke werden sich sowohl in der Erwärmung als auch in dem Angriff der Reduktionsgase im Gegensatz zu feinkörnigen Beschickungsstoffen nicht so schnell verändern, sondern rückständig bleiben. Es wäre daher erstrebenswert, dem Hochofen nur feinkörnige Schmelzstoffe zuzuführen. Die einzelnen Körner sind dann im Verhältnis zu ihrem Inhalt mit einer großen

[1]) Karsten, Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 3, S. 139. 1827.

[2]) Johannsen, Geschichte des Eisens S. 116, Düsseldorf 1925.

[3]) Diepschlag, „Stahl und Eisen" Bd. 44 (1924) S. 430.

Oberfläche den Einflüssen der Heiz- und Reaktionsgase ausgesetzt und werden den von diesen ausgelösten Veränderungen nur wenig nachhinken. Diese günstigste Beschaffenheit kann man aber nicht ohne weiteres anwenden, weil eine Beschickung aus Feinstoffen den Widerstand des Gasstromes derart vergrößert, daß der Gebläsewinddruck ein zulässiges Maß übersteigt, weil ein erheblicher Teil der Beschickung als Gichtstaub herausgeschleudert werden würde und schließlich die meisten Erze in grobstückiger Form gewonnen werden und ihre weitgehende Zerkleinerung wirtschaftliche Möglichkeiten überschreiten würde.

Immerhin ist eine Zerkleinerung grober Erzstücke vor der Begichtung erstrebenswert und wird auch zum Teil in der heutigen Hochofenpraxis durchgeführt. Es fragt sich nur, bis auf welche Korngrößen soll die Zerkleinerung erfolgen? Die Entscheidung wird sowohl von technischen als von wirtschaftlichen Gesichtspunkten beeinflußt und ist von Fall zu Fall verschieden.

Gewisse Erze, namentlich Brauneisenerze, haben die Eigenschaft, bei der Erwärmung zu zerspringen. Wenn sie daher auch in Stücken dem Hochofen zugeführt werden, so verwandeln sie sich doch bald dadurch, daß sie Hydratwasser abgeben, in einen feinkörnigen Beschickungsstoff. In solchen Fällen ist weitgehende mechanische Zerkleinerung vor der Begichtung nicht nötig. Beruht jedoch der Zerfall auf dem Verlust der Kohlensäure aus Karbonaten, so tritt er erst in tieferen Zonen des Ofens ein und darum ist es in diesem Falle möglich, daß die Beschickungssäule von hier bis zur Gicht wegen der Durchsetzung mit dicken Erzstücken ungleichmäßig vorgewärmt wird. Eine Vorzerkleinerung dicker Erzstücke erscheint dann vorteilhaft.

Bei der Verwendung sehr harter Stückerze, z. B. zahlreicher Rot- und Magneteisenerze, die sich bei der Erhitzung nicht verändern, ist die Zerkleinerung grober Stücke notwendig. Der Grad der Zerkleinerung wird heute durch wirtschaftliche Bedingungen vorgeschrieben. Es läßt sich nicht zahlenmäßig angeben, welcher Gewinn bei der Erzeugung des Roheisens durch eine Zerkleinerung des Erzes erreicht wird, man muß lediglich darauf bedacht sein, daß sich die Erzbrechkosten in den Roheisengestehungskosten nicht ungünstig bemerkbar machen. Die Erzbrechkosten sind von der Stückgröße des Roherzes sowie von seiner Härte und sonstigen Beschaffenheit abhängig. Daraus geht hervor, daß für die verschiedenen Erzsorten auch verschieden hohe Erzzerkleinerungskosten in Ansatz gebracht und daß sie bei der Gesamtbewertung des Erzes berücksichtigt werden müssen. Technisch ist die Frage geklärt, die Entwicklung geht in Richtung einer zunehmenden Zerkleinerung der Stückgrößen bis herunter zu den Abmessungen, die eine Gasundurchlässigkeit der Beschickungssäule zur Folge haben würde. Wirtschaftliche Unübersichtlichkeit der Erfolgmöglichkeiten hemmen diesen Fortschritt.

Wenn die Erze auf eine bestimmte Korngröße vor der Verwendung im Hochofen zerkleinert werden sollen, so ist diese Aufgabe nur durchführbar, solange alle Erzbestandteile in grobstückiger Form geliefert werden. Wie aus den nachstehenden Beispielen hervorgeht, ist das jedoch nicht der Fall. Zur Bestimmung der Stückgröße einiger Erzsorten sind z. B. von Lent[4]) größere Proben durch aufeinanderfolgende Absiebungen in mehrere Korngrößengruppen geschieden und die Gewichtanteile jeder Gruppe gewogen worden.

Zahlentafel 1. Gewichtanteile der Korngrößengruppen verschiedener Erze

Korndurchmesser	Erzsorte			
	Grängesberg	Roteisenerz	Kirma-D-Erz	Siegerländer Rotspat
mm	vH	vH	vH	vH
größer als 100 . . .	23	38	8	4
80 bis 100 . . .	6	4	8	4
60 „ 80 . . .	12	2	10	5
40 „ 60 . . .	2	2	12	8
20 „ 40 . . .	15	23	18	15
10 „ 20 . . .	6	7	12	13
0 „ 10 . . .	36	24	32	51

[4]) Lent, Betriebsversuche Rheinische Stahlwerke, unveröffentlicht.

Die Zahlen in vH des Gesamtgewichtes der Erzpr Zahlentafel 1, geben ein anschauliches Bild von der teilung der Korngrößen im angelieferten Erz. Auc allgemein als Stückerze angesprochenen Magnet- und eisenerzproben haben einen erheblichen Anteil an bestandteilen. Eine Zerkleinerung auf eine einheit Stückgröße ist bei keiner der vorliegenden Erzs möglich, weil bei allen feinste Korngrößen in großer M vorhanden sind. Würde man z. B. als wünschenswert heitliche Korngröße 20 mm Korndurchmesser wähle würde ein großer Teil Feinerz entfallen, bei 10 mm F größe wäre dieser Anteil wohl schon kleiner, Zahlenta

Zahlentafel 2. Gewichtanteile an entfallen Feinerz

bei Korngröße	Grängesberg vH	Roteisenerz vH	Kirma-D-Erz vH	Sie- län- Rota v
20 mm Dmr.	42	31	44	6
10 „ „	36	24	32	5

In jedem Falle sind die Mengen ausfallenden erzes jedoch so groß, daß sie nicht durch Absieben seitigt werden können, ohne daß die Frage ihrer schaftlichen Wiederverwendung geklärt ist.

Bei der Zerkleinerung der Stückerze entstehen u meidlich ebenfalls feine Bestandteile, die den Antei Gesamtfeinerz noch beträchtlich erhöhen können. Menge und die Feinheit der durch das Brechen der S erze entfallenden feinen Splitter und Staube sind vor Natur der Erze und dem Brechvorgang abhängig. Je dem das in den Erzen vorliegende, fest verwachsene ralkonglomerat aufgebaut ist, zerspringen die einz Stücke in zahlreiche kleine und kleinste Teile, oder bleiben in wenigen größeren Stücken zusammen. E kommt es für dieses Verhalten darauf an, ob der B vorgang auf einer zerdrückenden oder zerreibenden spruchung beruht, wie er z. B. einerseits von dem Ba brecher und anderseits von dem Kreiselbrecher ausgeübt

Auch der Grad der Beanspruchung der Erzst spielt bei der Zerkleinerung eine Rolle. Nach U suchungen beim American Institute of Mining and M lurgical Engineers[5]) ist bei der Zerkleinerung hetero Mineralien der Entfall an feinen Bestandteilen kle wenn das Brechen stufenweise in mehreren Arbeitsgä vor sicht geht. Infolge all dieser Vorgänge bleibt schlie der Entfall an Feinerz doch so groß, daß er schätz weise unter Berücksichtigung der in obigen Beispi mehrerer Erzsorten schon von Natur vorhandenen Fei bestandteile nach dem Brechen insgesamt 50 vH und ausmachen würde, das heißt, nur die Hälfte der Erze k in gewünschter Stückgröße dem Hochofen zugeführt andere Hälfte müßte vor der Verwendung erst küns stückig gemacht werden.

Ein Hochofenbetrieb, der die Hälfte oder noch feiner Erzmengen durch besondere Verfahren st machen müßte, würde voraussichtlich eine derartige höhung seiner Erzkosten erleiden, daß die durch s Maßnahmen erreichten Betriebsvorteile nicht in glei Verhältnis nachgewiesen werden könnten. Daraus daß voraussichtlich der Betrieb eines Hochofens mit einheitlichen Erzstückgröße von 20 oder auch 10 mm durchmesser in wirtschaftlicher Hinsicht nicht in F kommt. In der Bilanz stehen auf der Ausgabenseit Kosten für die Zerkleinerung der Stückerze sowie die gen für die Stückigmachung der Feinerze, demgegen stände ein Gewinn infolge eines geringern Brennsto wandes, der nicht genau gemessen werden kann, kommen unbestimmbare Gewinne infolge gleichmä Eisenerzeugung der Güte und Menge nach. Der Ver würde in wirtschaftlicher Hinsicht ein Wagnis darst

Wenn hier die Gleichstückigkeit der Erze näher handelt ist, so bezieht sich diese grundsätzliche Forde in gleicher Weise auf den Koks, da die Koksstücke in sicht auf die Eigenart der Beschickungssäule bezüglic

[5]) „Revue de Métallurgie" Bd. 23 (1926) S. 664.

rärmungsvorgänge ebenfalls in Betracht kommen. Beim ; ist im allgemeinen der durch die Zerkleinerung ent- ıde Anteil an Kleinkoks mit Korndurchmessern unter- der gewünschten Größe kleiner als bei den Erzen. ;dem ist die Aufgabe hier noch schwieriger, weil man Feinkoks für den Schachtofen nicht verwenden kann er ein minderwertiges Abfallerzeugnis sein würde.

:s wäre denkbar, daß man künftig den Hochofen mit kleineren Erzstückgrößen, wie die angegebenen Korn- ımesser von 20 oder 10 mm, betreiben lernte. Der An- .n ungeeigneten Feinerzen ginge dann erheblich her- . Man hätte dann höhere Kosten für die Erzzerklei- ıg und geringere für die Stückigmachung. Immerhin noch ein weiter Spielraum zwischen dem 10 mm-Korn einer Größe, die mit dem Gasstrom als Gichtstaub ab- ;, wie folgendes Zahlenbeispiel zeigt. Ein unmittelbar ı dem Ofen im ersten Staubsammler aufgefangener staub hatte die Zusammensetzung:

SiO_2	14,20 vH	P_2O_5	1,79 vH
FeO	11,25 „	Al_2O_3	14,50 „
Fe_2O_3	29,35 „	CaO	8,90 „
MnO	0,59 „	C	4,31 „

Korngrößen, die durch aufeinanderfolgendes Absieben ımt wurden, lagen zwischen 0 und 0,5 mm Dmr., und war der Gewichtanteil jeder Absiebung:

Korngrößen	Gewichtanteil vH	Summe der Gewichtanteile vH
größer als 0,47 mm	1,74	—
0,283 bis 0,47 mm	7,60	9,34
0,195 „ 0,283 „	17,50	26,84
0,163 „ 0,195 „	23,78	50,62
0,122 „ 0,163 „	21,88	72,50
0,093 „ 0,122 „	9,81	82,31
kleiner als 0,093 mm	17,69	100,00

Iach dem Untersuchungsergebnis werden erst Korn- n von 0,3 mm Dmr. und weniger in größeren Mengen ichtstaub abgeführt. Die Gefahr des Herausschleu- der Beschickung wäre daher auch bei kleinen Korn- n bis zu 0,3 mm herunter nicht bedeutend, wenn sie ;leich sind. Eine andere Schwierigkeit entstände in- n durch das starke Anwachsen des Strömungswider- es, daraus ergäben sich ungeeignet hohe Wind- e, wenn nicht die Höhe der Beschickungssäule ızeitig verkleinert würde. Die Beschickungssäule aber um so niedriger gehalten werden, je gleich- ger und je schneller sich die Beschickungsstoffe er- en.

ie Erwärmung der Beschickung ist lediglich von der ilung des Heizgasstromes auf den Querschnitt und von der Stückgröße der Stoffe abhängig. Die gleichmäßige Verteilung der Heizgase wird durch gleich große Stückigkeit der Beschickungsstoffe begünstigt. Die Beschickungsstoffe erwärmen sich um so schneller, je geringer die Stückgrößen oder je größer die Temperaturunterschiede zwischen Heizgasen und Beschickung in jedem wagerechten Querschnitt sind. Im Grenzfalle, bei unendlich kleinen Korngrößen, ist in jedem wagerechten Querschnitt der Temperaturunterschied zwischen Heizgas und Beschickungsstoffen gleich null, d. h. es findet vollkommener Wärmeaustausch statt. Für diesen vorbildlichen Fall hat Le Chatelier[6]) den Temperaturverlauf bei den beteiligten Stoffen festgestellt. In Abb. 1 ist schematisch die Art der Beheizung dargestellt.

Abb. 1
Wärmeaustausch im Schachtofen (Le Chatelier)

[6]) „Revue de Métallurgie" Bd. 23 (1926) S. 629.

Abb. 2
Gichtgastemperatur in Abhängigkeit von $PC : pc$

In den Schacht gelangen in der Zeiteinheit P kg Schmelzstoffe mit der Temperatur T_0, diese treten unten, wenn zunächst angenommen wird, daß sie in Menge und Zusammensetzung unverändert bleiben, mit der Temperatur T_n aus. Der Heizgasstrom tritt unten mit der Temperatur t_0 ein, seine Menge betrage p kg je Zeiteinheit. Unter der Voraussetzung, daß er im Schacht unverändert bleibt, tritt er oben in derselben Menge bei einer Temperatur t_n aus. Ist die mittlere spezifische Wärme der festen Stoffe im gesamten Temperaturbereich C und entsprechend die der Heizgase c, so ist, da die Summe der in den Schachtofen eintretenden Wärmemengen gleich der austretenden Wärmemenge ist, und vorausgesetzt, daß im Ofen durch chemische Umsetzungen oder andere Vorgänge kein Wärmeverbrauch oder Wärmegewinn auftritt und daß keine Wandverluste vorhanden sind,

$$P\,C\,T_0 + p\,c\,t_0 = P\,C\,T_n + p\,c\,t_n \quad . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Findet im Ofen ein Wärmeverbrauch Q statt, so ist

$$P\,C\,T_0 + p\,c\,t_0 = P\,C\,T_n + p\,c\,t_n - Q \quad . \; . \; . \quad (2).$$

Ist nun z. B. $P\,C = p\,c$, so ist

$$T_n = t_0 \text{ und } t_n = T_0.$$

Die Austrittstemperatur der festen Stoffe ist nach Gleichung (1) gleich der Eintrittstemperatur der Heizgase, und die Austrittstemperatur der Heizgase ist gleich der Eintrittstemperatur der festen Stoffe. Es hat also vollkommener Wärmeaustausch stattgefunden. Ist $P\,C > p\,c$, so ist aus Gleichung (1) zu entnehmen, daß $T_n < t_0$ wird, da t_n nicht kleiner als T_0 werden kann, es ist demnach $t_n = T_0$.

Ist dagegen $P\,C < p\,c$, so kann T_n nicht größer als t_0 werden, es ist daher $T_n = t_0$ und $t_n > T_0$.

Auf der unteren Geraden $B\,G$, Abb. 2, entspricht Punkt A der Beziehung $P\,C = p\,c$, nach links sind alle Wertverhältnisse $P\,C < p\,c$ maßstäblich aufgetragen, nach rechts alle Wertverhältnisse $P\,C > p\,c$. Die Senkrechte $A\,D$ entspricht maßstäblich einem Temperaturabstand $t_0 - T_0$, indem die Wagerechte $E\,F$ die Temperaturhöhe t_0 und die Wagerechte $B\,G$ die Temperatur T_0 bezeichnet. Im Punkte A, in dem das Wertverhältnis $P\,C = p\,c$ herrscht, ist die Gichtgastemperatur $t_n = T_0$, sie ist also durch den Punkt A gekennzeichnet. Für alle Wertverhältnisse $P\,C > p\,c$ bleibt $t_n = T_0$, die Gichtgastemperatur fällt also mit der Strecke AG zusammen.

Rechnet man für die verschiedensten Wertverhältnisse $P\,C < p\,c$ die Werte für t_n aus, indem man $T_n = t_0$ setzt, so ergibt sich für die Gichtgastemperatur eine Kurve AH, die zuerst steil ansteigt, dann flacher wird und DE im Unendlichen erreicht, d. h. ist der Wert der Heizgase $p\,c$ unendlich größer als der Wert $P\,C$ der festen Stoffe, so treten die Gichtgase mit der Eintrittstemperatur t_0 wieder aus. Rechnet man ebenfalls für alle Wertverhältnisse $P\,C > p\,c$ unter Einsetzung von $t_n = T_0$ die Werte für T_n aus, so ergibt sich rechts von AD eine Kurve DK für T_n, die besagt, daß die Austrittstemperatur T_n der festen Stoffe um so kleiner wird, je größer $P\,C$ gegenüber $p\,c$ ist.

Links von AD bleibt die Austrittstemperatur der festen Stoffe gleich der Eintrittstemperatur der Heizgase, während die Gichtgastemperatur von dem Anfangswert T_0 wächst. Rechts von AD bleibt die Gichtgastemperatur gleich der Eintrittstemperatur der festen Stoffe, dagegen sinkt die Austrittstemperatur der festen Stoffe. Der günstigste Betriebsfall entspricht dem Wertverhältnis $PC = pc$, hier findet vollkommener Wärmeaustausch statt.

Wird $PC < pc$, so steigt sofort die Gichtgastemperatur stark an; wird $PC > pc$, so sinkt die Austrittstemperatur der festen Stoffe und unterschreitet leicht ein Maß, das für den jeweils vorliegenden Schachtofenbetrieb unanwendbar ist. Der Spielraum in dem Wertverhältnis PC zu pc darf sich daher nur in sehr engen Grenzen um $PC = pc$ bewegen. Findet in dem Schachtofen ein Wärmeverbrauch entsprechend Gleichung (2) statt, so verschieben sich die Kurven, Abb. 2, etwas nach rechts, die gestrichelten Linien entsprechen den Verhältnissen der Gleichung (2). Die Art der Linien wird dadurch nicht verändert. Diese Darstellung gibt eine anschauliche Beziehung zwischen dem Wärmeinhalt der Heizgase, ihrer Temperatur und der Gichtgastemperatur. Allerdings ist eine rechnerische Anwendung auf die Vorgänge im Hochofen nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten möglich, da die Benutzung richtiger Werte für die spezifischen Wärmen und die Berücksichtigung der durch die Ofenvorgänge entstehenden Veränderungen schwierig ist.

Die Benutzung kleiner Korngrößen als Beschickungsstoffe von Schachtöfen ist möglich, wenn die Beschickungssäule nicht zu hoch ist, und wenn die Stoffe in einer einheitlichen Korngröße vorliegen. Die Stoffsäule kann niedriger gehalten werden, weil unter solchen Bedingungen die Erwärmung schneller vonstatten geht infolge der Kleinheit der Korngrößen und gleichmäßiger, infolge der Gleichstückigkeit und der dadurch verursachten guten Verteilung des Heizgasstromes. Die Beziehung zwischen dem Gaswiderstand und den Abmessungen der Beschickungssäule geht aus einer Gleichung hervor. Wenn P_1 der Anfangsdruck des Gasstromes und P_2 dessen Enddruck ist, ferner V das wahre Gasvolumen, H die Beschickungshöhe und F den Beschickungsquerschnitt bedeutet, so kann man schreiben $P_1 - P_2 = k\frac{VH}{F}$; k ist eine Zahlengröße, die in erster Linie von der Teilchengröße der Beschickung in der Weise abhängig ist, daß sie mit abnehmender Korngröße anwächst. Beim Hochofen ist die Beziehung zwischen Druckgefälle und Gasvolumen nicht linear, weil sich das Volumen infolge chemischer Vorgänge und der Abkühlung verändert.

Die Zahl k muß durch Versuche ermittelt werden, sie ist allerdings nicht auf andere Versuchsfälle übertragbar, da ihr Wert nicht von den Korngrößen allein, sondern auch von der Gestalt der einzelnen Körner abhängt. Je nachdem sie angenäherte Kugelgestalt oder unregelmäßig geformte Oberflächen haben, sind die Hohlräume zwischen den Teilchen in der Beschickungssäule verschieden groß. Der Strömungswiderstand ist am kleinsten, wenn die einzelnen Stoffteile Kugelform haben und unendlich groß, wenn sie bei sonst gleichen Abmessungen kubische Form aufweisen, sich so zusammen schichten, daß keine Hohlräume entstehen.

Die verschiedenen zerkleinerten Erzsorten haben unregelmäßige, zerklüftete Oberflächen, die sich entweder unter Bildung von größeren Hohlräumen in Annäherung an den in der Kugelform vorliegenden günstigsten Fall zusammenschichten oder sich, namentlich wenn sie infolge ihrer Struktur plättchenförmig ausgebildet sind, ohne erhebliche Hohlraumbildung zusammenlegen. Solche Stoffe zeigen ganz allgemein ein deutlich unterschiedliches physikalisches Verhalten. Die ersteren kann man als körnige, rieselnde Stoffe bezeichnen, sie zeigen eine gewisse Gesetzmäßigkeit ähnlich den Flüssigkeiten mit hoher innerer Reibung. Die andern sind mehlige Stoffe, sie neigen zu Zusammenballungen und weisen nur einen geringen Unterschied zwischen dem scheinbaren und dem wahren spezifischen Gewicht auf.

Mit dieser auf die Oberflächenbeschaffenheit zurückzuführenden Verschiedenartigkeit des Verhaltens in bezug auf den Widerstand dem Gasstrom gegenüber steht … Festlegung der unteren Grenze der Korngrößen für … Schachtofenbetrieb in unmittelbarem Zusammenhang. … der obigen Gleichung erhält in dieser Erscheinung … Faktor k seinen Wert, die Höhe H wird nach dem Wä… austauschvermögen, das mit den Korngrößen wieder … unmittelbarer Beziehung steht, bemessen und die Q… schnittsfläche F des Schachtofens nach der Heizgasm… und dem Wertverhältnis PC zu pc.

Das Druckgefälle ist insgesamt der Höhe der … schickungssäule verhältnisgleich, aber umgekehrt ver… nisgleich dem Quadrate des Durchmessers. Wächst … bei stets gleicher Heizgasmenge p und einem Durchm… der Beschickungssäule 1 das Wertverhältnis PC … so verändert sich dieses durch Verdopplung des Du… messers zu 4 $PC : pc$. Daraus geht der starke … fluß des Durchmessers und seiner Änderung … den Heizvorgang hervor. Es ist aber auch ersichtlic… welchem Maße bei Veränderung des Ofendurchmessers … in der Zeiteinheit erzeugten Heizgasmengen dieser … änderung angepaßt werden müssen, damit wieder ein … stiges Verhältnis PC zu pc erreicht wird. In glei… Zusammenhang steht auch die Erscheinung der hohen … zeugungsfähigkeit der Öfen mit weitem Gestell.

Wenn die Größe der Hohlräume für die Höhe … Strömungswiderstandes eine Rolle spielt, so ist zu beac… daß die in den Erzen enthaltenen feinen und feinsten … standteile eine Verengerung und Verstopfung verursa… und daher ganz besonders auf die Gasdurchlässigkeit … günstig einwirken. Es wäre daher angebracht, … diese Bestandteile vor der Verhüttung auszuscheiden. … Erzen, die nur geringe Mengenanteile dieser Feins… haben, wie Rot- und Magnateisenerze, vielleicht auch … spate, erscheint es wirtschaftlich möglich, sie nach … Brechen durch eine Windaufbereitung von dem Stau… befreien. Die Staube sind metallarm und geringw… Brauneisenerze, die im Hochofen schon durch die Erw… mung staubfein zerfallen, kommen für die beschriebene … triebsweise nicht in Betracht, sie gehören zu den … migen Stoffen, die die Beschickungssäule stark verdic…

Das Ergebnis der Untersuchungen kann folge… maßen zusammengefaßt werden. Eine Zerkleinerung … Beschickungsstoffe auf einheitliche Stückgrößen bis … größen herunter auf 20 oder 10 mm Dmr. kommt nic… Frage, weil der Entfall an Feinerz einen großen Tei… gesamten Erzmenge ausmachen würde. Zu den Zerkl… rungskosten kämen hohe Stückbarmachungskosten … entfallenden Feinerze. Bei dem Versuch, mit noch … neren Korngrößen zu arbeiten, würde der Entfal… Feinerz geringer werden, insbesondere wenn das Erz … fenweise zerkleinert wird. Die Zerkleinerungskosten … gen. Mit abnehmenden Korngrößen wächst der Ström… widerstand des Heizgasstromes im Ofenschacht star… infolge besserer Wärmeübertragung kann die Bes… kungssäule aber niedriger gehalten werden, so daß … Möglichkeit besteht, daß Druckgefälle wieder zu … ringern.

Wesentlich für die Höhe des Strömungswi… standes ist neben der Korngröße die Oberfläch… stalt der einzelnen Körner und der Mengenanteil an … förmigen Bestandteilen. Die Staube können durch … bereitung vor der Verhüttung entfernt werden. Korngr… von weniger als 0,3 mm kommen für Schachtofenbet… nicht in Frage, da sie von dem Heizgasstrom mitger… werden. Bei beschränkter Beschickungshöhe wird … günstiges Verhältnis PC zu pc durch richtige B… sung des Querschnittes erreicht. Dadurch sind die … gekennzeichneten Zusammenhänge zwischen Erzbes… fenheit, Ofenquerschnitt und Heizgasmenge festgestel… sei denn, daß man dazu übergehen wird, ähnlich wi… einem neuen Gaserzeugungsverfahren[7]), die Luft von … derart einzublasen, daß das feinkörnige Gut in der … Schütthöhe sich in einer auf- und abwirbelnden Bewe… befindet.

Die Verkleinerung der Korngröße der Beschick… stoffe ermöglicht heiztechnisch eine Verringerung de… schickungshöhe. Die Reduktionsvorgänge werden da…

[7]) DRP 437970 und 438843.

a = chemisch unwirksame Zone

Abb. 3 Reduktionsgebiet im Schachtofen, großstückiges Erz

Abb. 4 Reduktionsgebiet im Schachtofen, Feinerz

…t beeinträchtigt; denn auch hier gilt, daß die Reaktionsflächen größer werden und der Umfang des Reaktionslaufes ansteigt. Die Reaktionsgeschwindigkeiten sind …ß genug, daß die chemischen Umsetzungen sich in …n heute erheblich kürzerer Zeit vollziehen können.

Nach Versuchen[7a]), die an einem Versuchshochofen vom …eau of Mines ausgeführt worden sind, reduzieren sich …i Eisenoxyde unter Bildung von CO_2 im Schacht, und die …uktionszone liegt höher, das heißt, die Reduktion ist …er beendet, wenn die Beschickung kleinstückig ist. In …. 3 sind die Versuchsergebnisse jener Untersuchungen …er Weise bildlich dargestellt, daß in einem Senkrecht…itt des Schachtofens Punkte gleichen Kohlensäuregehaltes miteinander verbunden sind. Die Beschickung be…d aus Erzen von 8,3 bis 12 mm Korngröße. Demgenüber ist in Abb. 4 der Versuchsbefund in gleicher …se dargestellt, wenn die Korngröße der Beschickung …ner als 3,2 mm ist. Hier ist die CO-Reduktion viel …er beendet und unterhalb dieser Reduktionszone befin… sich ein ausgedehnter Raum, in dem chemische Um…ungen nicht stattfinden. Daraus folgt, daß, wenn die …eizung kleinstückiger Beschickung in kürzerer Zeit …lich ist, als großstückiger, mit Rücksicht auf die che…hen Vorgänge ebenfalls eine Verkürzung der Be…kungssäule durchführbar ist.

Voraussetzung für den einwandfreien Betrieb eines …chtofens mit kleinstückiger Beschickung, größerem …durchmesser und geringerer Beschickungshöhe ist die …lichkeit, den Heizgasstrom auch tatsächlich gleich…ig über den ganzen Querschnitt zu verteilen. Das ist … bei einer Beschickung gleicher Korngröße nicht ohne …eres der Fall, weil durch die aneinanderliegenden klein…igen Beschickungsstoffe die durch sie gebildeten Hohl…ne an den Wandungen größer sind als im Innern eines … Wagerechtquerschnittes[8]). Infolgedessen entsteht in …e Randzone an den Wandungen eine höhere Strömungs…hwindigkeit als in der Mitte. Die Randzonen werden …ker und schneller aufgeheizt als die in der Mitte lie…en Beschickungsstoffe. Auf diese Erscheinung ist …rscheinlich die bei den erwähnten amerikanischen Ver…en beobachtete Tatsache zurückzuführen, daß bei dem …iebe mit Feinerz, entsprechend Abb. 4, der Betrieb des …uchsofens sehr unregelmäßig war, die Beschickungs…e unvorbereitet und kalt im Gestell ankamen und das …ugte Roheisen schwefelhaltig war. Der Heizgasstrom …wahrscheinlich die Beschickungssäule nicht im gewünschten Umfange durchdringen können, sondern ist in der Hauptsache an den Rändern nach oben gestiegen. Wenn man die Abmessungen jenes Versuchsofens betrachtet, so kann man feststellen, daß der Ofen im Vergleich zu seiner Höhe einen sehr kleinen Durchmesser hatte, 0,9 zu 9,0 m, und da das Verhältnis der hier in Frage kommenden Randzone zum Innenquerschnitt bei der Verteilung des Gasstromes sicher eine Rolle spielt, ist anzunehmen, daß nur wegen seiner schlanken Form der Versuchsofen eine so schlechte Aufheizung der Beschickungssäule zeigte. Mit zunehmendem Ofendurchmesser wird das Verhältnis Randzone zu Ofeninnern kleiner und dadurch wird der Anteil an Porenraum für das Ofeninnere im Verhältnis zum Ofenrand günstiger. Es ist also anzunehmen, daß die Beeinträchtigung der gleichmäßigen Verteilung durch die Eigenart der Randzone mit zunehmendem Ofendurchmesser gemildert wird.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Erreichung einer gleichmäßigen Beheizung des gesamten Ofenquerschnittes entsteht dadurch, daß mit Verkleinerung der Korngrößen auch die Verbrennungszone vor den Formen kleiner wird, weil die an der Verbrennung teilnehmende Brennstoffoberfläche stark zunimmt. Nach Le Chatelier[9]) kann man annäherungsweise annehmen, daß der Abstand der Zone vollständiger Verbrennung von der Eintrittstelle des Windes in den Ofen der Größe der Kohlenstücke verhältnisgleich ist. Durch die Zusammenziehung der Verbrennungszone entsteht eine höhere Verbrennungstemperatur, nach dem Ofeninnern dagegen ein Temperaturabfall, so daß infolge großer Temperaturunterschiede in der Schmelzzone Unregelmäßigkeiten im Ablaufe der Schmelz- und Umsetzungsvorgänge leicht eintreten. Die Verbrennungszone läßt sich nur dadurch vergrößern, daß entsprechend der Vergrößerung der Brennstoffoberfläche die Windmengen gesteigert sind.

Auch bei neueren Untersuchungen an deutschen Hochöfen[10]) hat sich herausgestellt, daß ähnlich wie bei dem amerikanischen Versuchshochofen in der Randzone eine schnellere Aufheizung der Beschickung und eine frühere Beendigung der Reduktion als in den Ofenschichten im Innern stattfindet. Dieser Fehler würde auch bei gleicher Stückgröße der Beschickungsstoffe nicht ohne weiteres verschwinden, wenn nicht der Ofendurchmesser sehr groß ist. Bei Vergrößerung des Ofendurchmessers entsteht aber noch eine Schwierigkeit in der gleichmäßigen Verteilung der Beschickungsstoffe durch die Aufgabevorrichtung, den Gichtverschluß. Je größer der Ofendurchmesser wird, desto unzulänglicher werden die Gichtverschlüsse. Der Verschluß hat nicht nur die Aufgabe, die Beschickungsstoffe in gleichmäßiger Schüttung auf den ganzen Querschnitt des Ofens zu verteilen, sondern auch die verschiedenartigen Schmelzstoffe des Möllers in gleichmäßiger Mischung dem Ofen zuzuführen. Bei der Begichtung mit Stoffen sehr ungleicher Korngrößen, wie sie heute noch allgemein erfolgt, muß verhütet werden, daß während der Begichtung eine Trennung der Korngrößen stattfindet. Die Berücksichtigung dieser Aufgaben spielt bei den heute bekannten Bauarten der Gichtverschlüsse eine hervorragende Rolle. Man kann bei den Gichtverschlüssen die Beobachtung folgender Grundsätze unterscheiden:

1. Gleichmäßige Verteilung der Beschickungsstoffe im Aufgabetrichter des Verschlusses
   a) durch entsprechende Bemessung der Doppelverschlüsse,
   b) durch bewegliche Vorrichtungen am Außenverschluß.
2. Gleichmäßige Verteilung der Beschickungsstoffe durch Vorrichtungen unter dem Verschluß
   a) durch feststehende,
   b) durch bewegliche Vorrichtungen.

Zur Kennzeichnung sind die Grundzüge dieser Bauarten in einigen Abbildungen schematisch dargestellt. Alle Verschlußbauarten sind bisher von dem in Abb. 5 dargestellten Kegelverschluß oder dem Glockenverschluß

[7a]) „Stahl und Eisen" Bd. 44 (1924) S. 391, 793, 986, 1081.

[8]) Spannbauer, „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 8.

[9]) Le Chatelier, Die industrielle Feuerung (1922) S. 34.

[10]) Bulle und Lennigs, Hochofenuntersuchungen und ihre rechnerische Auswertung. Berichte der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Hochofenausschuß Bericht 78. Stahleisen G. m. b. H., Düsseldorf.

Abb. 5
Kegelverschluß

Abb. 6
Glockenverschluß

Abb. 14
Beweglicher Verteiler beim Kegelverschluß

Abb. 15
Beweglicher Verteiler beim Glockenverschluß

nach Abb. 6 abgeleitet. Ein andres Konstruktionselement ist bisher mit Erfolg nicht angewendet worden. Wenn man außer den oben gekennzeichneten Aufgaben eines Gichtverschlusses noch die hinzunimmt, feste Stoffe in einen Druckraum überzuführen, also zu schleusen, so wären an sich auch andere technische Lösungen dieser Aufgabe möglich. Die Schwierigkeit, die verschiedenartigen Aufgaben mit e i n e r Vorrichtung auszuführen, haben anscheinend bisher das Festhalten an dem Kegel- oder Glockenverschluß oder einer Vereinigung beider bewirkt.

Es wäre immerhin denkbar, die Aufgabe der Schleusung und der Verteilung zu trennen. Ein Vergleich zwischen der Wirkungsweise des Kegelverschlusses und der des Glockenverschlusses zeigt ohne weiteres, daß die Verteilung verschiedenartig sein muß. Beim Kegelverschluß werden die Beschickungsstoffe beim Gichten nach außen gedrängt, um so mehr, je gröber die Stücke sind, beim Glockenverschluß nach innen.

Bei den in den Abb. 7 bis 10 wiedergegebenen Gichtverschlüssen wird auf eine gleichmäßige Verteilung und Vermischung der Beschickungsstoffe der Nachdruck gelegt. Nach der Bauart, Abb. 7, erfolgt sie in der Weise, daß der kleine obere Verschluß die Stoffe beim Gichten gleichmäßig auf den Umfang des unteren Verschlusses fallen läßt, selbst wenn durch die Begichtung eine ungleichmäßige Anhäufung im oberen Verschluß stattfindet. Der Verschluß, Abb. 8, bewirkt dadurch eine gleichmäßige Verteilung in dem unteren Trichter, daß durch Drehung des oberen Trichters jede Ladung auf eine bestimmte Stelle des unteren Verschlusses gebracht wird. Diesen Verschluß hat man bei amerikanischen Hochöfen häufig (McKea-Verschluß) angewendet, findet aber auch bei einzelnen deutschen Öfen. Eine Bauweise, bei der in ähnlicher Art diese Ausführung vorliegt, ist der Thümmler-Neumarck-Verschluß, Abb. 9. Dieser Verschluß stellt gewissermaßen eine Vereinigung der Grundsätze, Abb. 7 und 8, dar.

Die Beschickungsstoffe unter dem Verschluß we[rd]en durch in dem Ofen eingebaute Verteiler, wie sie in Ab[b]. 11 bis 13 dargestellt sind, verteilt, und zwar ist bei dem K[eg]elverschluß, Abb. 11, ein Anschlagring auf dem Umfang [d]es Ofenraumes eingebaut, während bei dem Glockenverschluß, Abb. 12, ein solcher Anschlagring unter der Glocke a[ng]eordnet ist. Die aus dem Verschlußtrichter beim Gic[ht]en abrutschenden großstückigen Beschickungsstoffe eilen [v]or und werden von dem Verteiler zurückgeworfen. Den [Ve]rteiler, Abb. 13, hat man durchbrochen, so daß die gr[ob]en Stücke nicht an allen Stellen des Umfanges zurückgewo[rf]en werden.

Verschlüsse mit beweglichen Verteilern zeigen Abb. 14 und 15, u. zw. Abb. 14 die Anordnung eines Verteil[er]s für einen Kegelverschluß und Abb. 15 entsprechend e[in]en Glockenverschluß. Der Anschlagring, der die großen [u]nd voreilenden Beschickungsstoffe zurückwirft, kann in [b]eliebige Höhe gestellt werden, so daß durch diese Maßna[hm]e ein weiterer Einfluß auf die Art der Verteilung ausg[eüb]t werden kann. Diese Vorrichtung sachgemäß zu handha[be]n

Abb. 11
Verteiler beim Kegelverschluß

Abb. 12
Verteiler beim Glockenverschluß

Abb. 13
Verteiler mit unterteilte[n] Anschlagleisten

Abb. 7
Gichtverschluß mit Verteilung durch kleinen Ober- und großen Unterverschluß

Abb. 8
Gichtverschluß mit Verteilung durch drehbaren Aufgabetrichter

Abb. 9
Gichtverschluß mit Verteilung durch drehbaren kleinen Oberverschluß

Abb. 10
Gichtverschluß mit Verte[i]lung durch fahrbare Au[f]gabegefäße

nur dadurch erschwert, daß die tat-
liche Verteilung nicht beobachtet wer-
kann.

In Abb. 16 bis 18 sind schließlich noch
führungsmöglichkeiten dargestellt, die
falls unter Benutzung beweglicher Ver-
r eine gleichmäßige Ausbreitung der Be-
ckung auf den Querschnitt bewirken soll.
diesen Ausführungsformen bilden die
eiler gleichzeitig Bestandteile des Ver-
usses.

Der Verschluß, Abb. 16, besteht aus
m Kegelverschluß, bei dem zwei in-
nder gefügte Kegel auf dem Umfange
rere Öffnungen haben, die einander
lecken. Wenn beim Gichten der untere Kegel gesenkt
d, so fallen Beschickungsstoffe durch die Öffnungen
oberen Kegels in den Ofen. Beim Senken des oberen
els gelangen dann die noch zurückgebliebenen Be-
ckungsstoffe an den Rand des Ofenquerschnittes. Bei
Bauweise, Abb. 17, liegt der mittlere Verschlußkegel
inem beweglichen Verschlußring, und die Wirkungs-
e ist so, daß entweder durch Senken des gesamten Ver-
usses oder durch Heben des mittleren Kegelverschlusses
Beschickung teils an den Rand, teils in die Mitte des
rschnitts gebracht wird. Eine wechselnde Be-
ckung der Randzone und der Mittelzone wird durch
Verschluß nach Abb. 18 erreicht, wenn ein Kübel mit
ier Bodenöffnung den oberen Kegel senkt und das
äste Mal ein Kübel mit großer Bodenöffnung den Ge-
verschluß öffnet.

Durch alle diese Ausführungsformen wird zwar eine
hmäßige Verteilung über den Querschnitt des Ofens
strebt, aber nicht in so genauer Weise erreicht, daß
noch Verbesserungsmöglichkeiten in Aussicht ständen.

Aus technischen Gründen wird voraussichtlich die Ent-
lung des Hochofenbetriebes nach der Richtung einer
leinerung der Stückgrößen der Beschickungsstoffe
führen. Ein Heruntergehen auf mittlere Korngrößen kommt
dabei weniger in Betracht als auf solche schon geringer
Korndurchmesser. Die Beheizungs- und Reduktionszeiten
können dadurch erheblich abgekürzt werden. Daraus er-
gibt sich eine geringere Bauhöhe des Ofens. Die Bemes-
sung der Windmenge und dementsprechend der Heizgas-
menge müssen den veränderten Verbrennungsvorgängen in
der Brennzone angepaßt werden. Der Ofendurchmesser steht
in Beziehung zur Heizgasmenge und zur Heizgasverteilung.
Die Aufgabevorrichtung muß die Beschickungsstoffe gleich-
mäßig verteilen, eine richtige Mischung der verschiedenen
in einem Möller enthaltenen Stoffe gewährleisten und den
Gasdruckraum von der Außenluft dicht abschließen. Diese
Anforderungen werden bisher unvollkommen erfüllt, weil
dazu, so verschiedenartig sie auch sind, nur ein einziger
Bauteil verwendet wird. [B 240]

RZ240Z16÷18

Abb. 16 bis 18
Begichtung durch Teilung des Verschlußkegels

Neue Zwillingsverbund-Dampfmaschine für Schiffe

Die Entwicklung der Dieselmaschine im letzten Jahr-
lt hat zur Folge gehabt, daß man heute mehr als früher
igt ist, Neuerungen bei Dampfmaschinen in der Praxis
rproben, um die Dampfmaschine gegenüber dem Diesel-
r wettbewerbfähig zu erhalten. In dieser Hinsicht ist
von der Firma Christiansen & Meyer, Harburg (Elbe),
ute Heißdampf - Zwillingsverbundmaschine Woolfscher
rt bemerkenswert, die in den Fischdampfer „Claus
en" eingebaut und mit gutem Erfolg erprobt wor-
ist[1]).

Den thermischen Wirkungsgrad hat man hierbei auf
erlei Art verbessert, einmal indem man zwischen den
n Hoch- und Niederdruck-Zylinderpaaren je einen von
Klug-Steuerung angetriebenen Kolbenschieber ein-
ut hat, der zwei Zylinder bedient, Abb. 1 und 2, und
rdem, indem man den Niederdruckzylinder für Gleich-
nbetrieb eingerichtet hat. Hierdurch sind die schäd-
n Flächen im Hochdruckzylinder auf 63 vH, im Nieder-
kzylinder auf 60 vH der mittleren theoretischen Zylin-
äche vermindert worden.

Die Dampfwege sind in Abb. 1 durch Pfeile angedeutet.
Restdampf im Niederdruckzylinder nach dem Schließen
Auspuffschlitze ergäbe eine zu hohe Vorverdichtung.
r läßt man ihn zum Teil durch die Schlitze *a*
Schiebereinsätze nach *b* und von dort durch ein Hilfs-
mpfrohr zum Kondensator entweichen.

Bei der Vierzylindermaschine für „Claus Bolten" haben
Hochdruckzylinder 315 mm und die Niederdruckzylinder
nm Dmr.; der Hub beträgt 660 mm. Die Kurbelwellen
beiden Maschinenhälften sind um 90° gegeneinander
etzt. Auf der Probefahrt ergab sich bei 525 PS_i,
Uml./min und 84 vH Luftleere ein Kohlenverbrauch von
kg/PS_ih. [M 644] W. S.

[1]) Dr.-Ing. C. Commentz, Fortschritte im Schiffsdampfmaschi-
au, „Werft-Reederei-Hafen" Bd. 8 (1927) S. 149.

RZ649Z1u.2

Abb. 1 und **2**
Heißdampf-Doppelverbundmaschine
a Schlitze der Schiebereinsätze *b* äußerer Schieberraum

Fachsitzung Verbrennungsmotoren

gelegentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927

Die Fachsitzung fand am 28. Mai unter dem Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. Nägel statt und war, wie in früheren Jahren, außerordentlich stark besucht. In einer kurzen Ansprache des Vorsitzenden wurde betont, daß gerade in der Gegenwart die Entwicklung im Maschinenbau, besonders auf dem Gebiete des Verbrennungsmotors, gehemmt werde durch einen gewissen Mangel an Erkenntnis grundsätzlicher Vorgänge, der grundlegender Forschung Erfolg verspreche. Die Bedeutung der Forschung werde vielleicht in der schaffenden Industrie nicht immer genügend gewürdigt. Es sei außerordentlich wichtig, dem neuen Geschlecht von Ingenieuren, das in die Praxis eintritt, wieder neue Erkenntnis mitzugeben, die im Laufe der Jahre den Erfolg zeitigt.

Als erster sprach sodann Prof. R. Stribeck über

Versuche auf dem Gebiete der schnellaufenden Dieselmotoren.

Der Vortrag ist in Z. Bd. 71 (1927) S. 765 erschienen.

Hierauf sprach Prof. P. Langer über

Kritische Betrachtungen über Wertungen von Verbrennungsmotoren.

Der Vortrag ist in Z. Bd. 71 (1927) S. 914 erschienen.

Im Anschluß hieran bestätigte Dir. F. Schultz, daß heute in der Bewertung von Verbrennungsmotoren eine große Verwirrung herrsche und beinahe jedes Werk ein eigenes Verfahren anwende. Um diesem Übelstand abzuhelfen, habe der Verein deutscher Ingenieure vor zwei Jahren die Anregung gegeben, neue Regeln für die Verbrennungsmotoren als Ersatz für die aus dem Jahre 1906 aufzustellen. Wie dringend dies sei, gehe daraus hervor, daß der heute alles beherrschende Dieselmotorenbau erst 1906 begonnen habe.

Bei der Bewertung von Verbrennungsmotoren sind gewisse grundlegende Gesichtspunkte notwendig, die die neuen Regeln geben sollen. Außerdem sind die einzelnen Motorenarten, die sich schwer gemeinsam behandeln lassen, Ölmotoren, Gasmotoren, Schiffsmotoren, Großdieselmotoren, schnellaufende Motoren, getrennt bearbeitet worden, indem man gemeinsame Grundsätze aufgestellt, aber für jede Gattung noch zusätzliche Erläuterungen gegeben hat; dazu kommen noch Gaserzeuger und Abwärmeverwerter. An die Spitze der Regeln sollen die allgemeinen vertraglichen Bestimmungen und Hinweise auf die Maße gestellt werden. Gewisse Meßverfahren werden besonders empfohlen, so daß in Berichten über Abnahmeversuche darauf verwiesen werden kann. Das waren die Gedanken, die den Unterausschuß bei seinen bisherigen Arbeiten leiteten, und die Arbeiten sind soweit fortgeschritten, daß man sie dem Ausschuß bald vorzulegen hofft.

Die Ausführungen des Langerschen Vortrages zielen darauf hin, die Regeln auch für wissenschaftliche Versuche zu verwenden. Obgleich bei der Aufstellung der Regeln in erster Linie an die Auseinandersetzung zwischen Kunden und Lieferer gedacht war, war es schon vielfach üblich, daß man sich auch bei wissenschaftlichen Arbeiten auf diese Regeln stützte. In den Regeln kann aber nur das Aufnahme finden, was sich im praktischen Gebrauch eingebürgert hat. Die Anregungen des Vortrages seien auch wohl nicht für die in Arbeit befindliche Ausgabe der Regeln bestimmt, sondern sollen einen Weg weisen, wie man weitere Maßstäbe für die Bewertung finden kann, um das Durcheinander im Schrifttum und in den meisten Köpfen zu vermeiden. Wenn die Wissenschaft diesen Mangel beseitigen und feste Grundmaßstäbe schaffen wolle, so sei das zu begrüßen.

Der Einwand, daß der Vergleich mit dem Ottoschen Prozeß eine Utopie sei, weil die danach berechneten Drücke und Temperaturen bei den heutigen Verbrennungsgeschwindigkeiten nie erreichbar wären, sei hinfällig; denn man könne nicht wissen, ob die heute unmöglich scheinenden Werte nicht eines Tages Wirklichkeit werden. Im Dampfkesselbau habe man ähnlich überraschende Erfahrungen gemacht. Ob allerdings der Vergleich mit dem Otto-Prozeß vollen Einblick gewährt und jedem Verbrennungsverfahren Gerechtigkeit widerfahren läßt, muß dahingestellt bleiben. Bei der Bewertung von Dieselmaschinen muß man z. B. die verbrennungstechnisch-chemische und die mechanisch-spülungsmäßige Seite auseinanderhalten. Eine so zergliederte Wertung ermöglicht dem Konstrukteur, aus den Ergebnissen der Forschungen die richtigen Schlüsse zu ziehen.

Prof. K. Neumann sprach sodann über

Die Dieselmaschine als Kraftfahrzeugmotor.

Die Arbeit ist in Z. Bd. 71 (1927) S. 775 veröffentlicht.

Nach der Mittagspause wurde die Aussprache übe Vorträge von Stribeck und Neumann durch Dr.-Ing. dersohn eröffnet. Er erinnerte an das Bild des teiligen Verdichtungsraumes, s. Abb. 1 S. 765.

Die Streitfrage sei, ob der Raum a, der „Luftspeic eine Vorkammer sei oder nicht. Man unterscheide zwei kammerverfahren, das heute gebräuchliche mit der D ström-Vorkammer und einen Vorläufer mit der Rücks Vorkammer. Die Durchström-Vorkammer ist dadurch kennzeichnet, daß sich die Vorkammer zwischen Eins düse und Hauptbrennraum befindet, also der Brennstof nächst durch die Vorkammer strömen muß, bevor er in Brennraum gelangt. In die Rückström-Vorkammer dagegen zunächst ein kleiner Teil des Brennstoffs durc verdichtete Luft mitgerissen und verpufft darin. Die in Vorkammer eintretende Druckerhöhung kehrt dann Stromrichtung um, und die Luft strömt aus der Vorkar in den Brennraum, wobei weiterer Brennstoff zuge wird.

Der Acro-Motor verkörpert das Verfahren der F ström-Vorkammer. Er ist eine selbständige und wert Weiterbildung des Gedankens, den Steinbecker Bd. 67 (1923) S. 780, jahrelang vergeblich verfolgt hat. Acro-Verfahren benutzt eine in den Kolben verlegte S becker-Retorte. Das von Prof. Stribeck verwendete verfahren sei scharfsinnig, könne aber zu gewissen schlüssen führen, weil der Wärmeübergang an das The element von den Strömungen der Maschine beeinflußt insbesondere von dem „Orkan", der in dem als „Pforte zeichneten Querschnitt herrscht.

Die Ergebnisse der Messungen sind kein Beweis daß der Acro-Motor das Wesen der Vorkammermas nicht berührt; vielmehr lassen sie sich gerade im Sinn Vorkammer deuten. Dabei ist die wichtigste Frage: kommt das Druckgefälle, das die Strömung der Luft aus Luftspeicher in die Flamme bewirkt? Eine Druckwelle sich vom Zylinder in die Vorkammer fortpflanzt, bald abklingen und könnte nicht die Energie haben, während der ganzen Einblas- und Einspritzzeit zu wi Vielmehr ist anzunehmen, daß wenigstens zu Beginn Einspritzvorganges ein kleiner Teil des Brennstoffes i Vorkammer mitgerissen wird und dort eine, wenn auch schwache Verpuffung eintritt, die ein Druckgefälle ge über den übrigen Räumen erzeugt.

Die Messungen bestätigen diese Annahme insofern der größte Druckunterschied zwischen den Räumen c u. kurz vor der Totlage eintritt. Dieser erzeugt eine Strö aus dem Raum c in den Raum a; wird nun der Brenn in Richtung der nach dem Innern des Kolbens gerich Luftströmung eingespritzt, so reißt die Luft einen Teil Brennstoffes mit.

Wird die Maschine von außen angetrieben, so tritt den Messungen die höchste Temperatur 60 bis 80 mm dem Deckel, d. h. in der Kolbenkammer auf. Da man nehmen muß, daß die Zündung immer dort am leicht stattfindet, wo die höchste Temperatur herrscht, so best dies die Annahme, daß die Zündung zunächst im Ko hohlraum eintritt. Das arme Gemisch, das dort ver braucht keine große Druck- und Temperatursteigerung vorzurufen. Beim Indizieren einer Vorkammer findet daß das größte Druckgefälle nur rd. 3 at beträgt. Acro-Motor rechnet Prof. Stribeck selbst nur mit rd. 1 Die damit verbundene Temperatursteigerung ist so une lich (rd. 40°), daß sie in den aufgenommenen Temper linien kaum in die Erscheinung treten kann. Somit st die Ergebnisse der Stribeckschen Versuche geradezu die nahme, daß im Kolbenhohlraum die erste Zündung, bunden mit Vorkammerwirkung, eintritt.

Hr. Ostwald: Die stroboskopische Temper messung zeigt, daß die Reaktion in der Pforte stattfi es fehlt jedoch der Nachweis, auf welcher Seite der Flam fläche Sauerstoffüberschuß herrscht. Man braucht aber nach dem gleichen Verfahren stroboskopische Gasanal durchzuführen, um festzustellen, ob im hohlen Kolben im Raum c Sauerstoffüberschuß vorhanden ist.

Geh. Reg.-Rat Büchner: Es ist fraglich, ob bei geringen Entfernung der Pforte vom Zylinderdeckel Zeit überhaupt für das Eindringen von Brennstoff in Kolbenhohlraum ausreicht. Bei der Maschine von S becker liegen ganz andere Maßverhältnisse vor, die weiteres nicht vergleichbar sind. Der Acro-Motor ist se historischen Entwicklung nach eine Maschine mit Dr zerstäubung. In diese ist der Hohlraum im Kolben ei gliedert worden, der Luftspeicher genannt wird. Man den Acro-Motor als eine Maschine mit Druckzerstäu ansehen, mit einem Verdrängerraum des Kolbens, der Luft nach dem Kolbeninnern treibt und den Brennstof Gleichstrom der Pforte entgegenführt, wobei der Verb

sraum in dem sogenannten Zündtrichter im Verhältnis Kolbendurchmesser verengt ist und sich daran ein Hohl- ı im Kolben anschließt, dessen Wirkung verschieden kann. Ob daher jeder Acro-Motor ein Luftspeicher- r wie der Versuchsmotor ist, läßt sich nicht endgültig heiden.

Dir. F. Schultz: Die mitgeteilten Ergebnisse beziehen nur auf die Temperaturen; aus diesen allein Rück- isse auf verbrannte Brennstoffmengen zu ziehen, scheint t ohne weiteres zulässig. In der Kammer *a* findet die rennung unter gewaltigem Luftüberschuß, in der Pforte r Luftmangel oder unter geringem Luftüberschuß statt. braucht also aus den Versuchen nicht zu folgern, daß weitaus größte Brennstoffmenge oberhalb der Pforte rennt. Es ist nicht einzusehen, wie die Flamme in der rte aus dem Luftspeicher im Kolben gespeist werden und warum der Druck im Luftspeicher höher als im m *c* ist. Diese Schlußfolgerung wäre berechtigt, wenn Verbrennung weiter in den Kolbenhub hineinreichen rde. Druckdiagramme hätten Aufschluß darüber geben nen, ob der Motor mit Gleichdruck oder mit abfallendem ck arbeitet. Bei abfallendem Druck wäre eine Strömung dem Raum *a* begreiflich.

Prof. Stribeck (als Schlußwort eingesandt): Inso- t die Messungen mit feinen Thermoelementen erfolgten und nur aus diesen habe ich auf die Arbeitsweise ge- ossen — liegt kein Anlaß vor, an der Richtigkeit der ebnisse zu zweifeln. Ich habe diesen Messungen solche trägem Thermoelement gegenübergestellt und an Abb. 29 30, Z. Bd. 71 (1927) S. 773, erläutert, wie bei dem von en angetriebenen Motor die Temperatur des trägen rmoelements mit zunehmendem Abstand vom Deckel zu- mt, obwohl dabei die Gastemperatur an allen Stellen ezu gleich ist, und daß die Temperaturunterschiede Thermoelementes lediglich dem Einfluß der Gasströmun- zuzuschreiben seien. Indem Dr.-Ing. Modersohn nicht schen der Temperatur des trägen Thermoelements und mittleren Gastemperatur unterscheidet, also den Einfluß Gasströmungen außer acht läßt, gelangt er zu dem gschluß, die höchste Temperatur herrsche in der Kolben- mer. Daraus folgert er dann weiter, die Zündung trete Kolbenhohlraum ein.

Ich will auch die Frage nur streifen, ob eine Retorte der Größe des Luftspeichers beim Acro-Motor (70 vH ganzen Verdichtungsraums) als Steinbecker-Retorte rhaupt einen Sinn hätte, ob sie deren Zweck erfüllen nte. Ich will auch nicht auf die Temperatur-Feinmessun- zurückgreifen, sondern einen weiteren Versuch an- ren, der ebenfalls zu dem Schluß berechtigt, daß die dung nicht in der Kolbenkammer, sondern im Trichter lgt.

Für eine Zündhilfe, bestehend aus einem Glühdraht, der niedriger Temperatur des Zylinders und der Ansaugluft nelles Anlassen ermöglichen soll, war die geeignete Lage findig zu machen. Um der Selbstzündung des Gemisches n Anlassen mit Sicherheit vorzubeugen, verwendete man t des Kühlwassers eine Kältemischung. Die Tempera- mit der sie den Kühlmantel verließ, betrug zwischen und + 3°. Die Temperatur der Ansaugluft schwankte schen 5 und 7°. Der Motor wurde mit der Hand ange- ben. Bei den drei Lagen der Glühschleife zwischen kel und Pforte, Abb. 1, stellte sich die Zündung regel- ßig bei der zweiten Umdrehung ein. Lag dagegen die htschleife inmitten des Kolbenhohlraums und nahe beim en, so wurde die Kurbelwelle 14mal gedreht und doch keinem Fall Zündung erzielt. Es hatte sich also ein dfähiges Gemisch selbst senkrecht unter der Pforte in Mitte der Kolbenkammer nicht gebildet. Hiernach dürf- auch die weiteren Erwägungen von Dr.-Ing. Modersohn r die Entstehung des Druckgefälls nicht aufrechterhalten den können. Sie wären auch unvereinbar mit dem Tem-

Glühdraht zündet

Glühdraht zündet nicht

RZ559Z1

Abb. 1
Versuch mit einer Zündhilfe für niedrige Zylindertemperaturen im Acro-Motor

40 at 30 20 10 0 Druck

Kurbelwinkel

80° 60° 40° 20° 0 20° 40° 60° 80°

RZ559Z2

Abb. 2
Verlauf des abfallenden Druckes im Acro-Motor

peraturverlauf über der Meßstrecke, aus dem hervorgeht, daß nach Ablauf des sogenannten Störungsvorgangs die Temperatur oberhalb der Pforte schroff ansteigt. Würde die Verbrennung auch dann noch in die Kammer hineinreichen, so müßte der Temperaturübergang allmählich sein.

Auf die Bemerkung von Dir. Schultz, daß die Flamme im Trichter aus dem Luftspeicher nur gespeist werden könnte, wenn die Verbrennung weiter in den Kolbenhub hineinreichen und die Maschine mit abfallendem Druck arbeiten würde, ist zu sagen, daß beides tatsächlich der Fall ist. Über die Ausdehnung der Verbrennung geben die Temperatur-Diagramme, Abb. 9 u. f., Z. Bd. 71 (1927) S. 767 u. f., Aufschluß. Den Abfall des Drucks zeigt beistehendes Druckdiagramm, Abb. 2.

Dr.-Ing. L. Richter sprach dann noch über

Probleme der Zündermotoren für flüssige Brennstoffe.

Der Vortrag wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Prof. P. Meyer erwähnte im Anschluß hieran Versuche von Dr. J. van Dorp[1]), die das Ziel hatten, die Genauigkeit der Bestimmung des Luftüberschusses mittels der chemischen Gasanalyse nachzuprüfen. Diese wurden derart durchgeführt, daß man den ganzen Vergaser einschloß und mit zwei Luftzuleitungen versah; die eine kam von außen, die andere von einem Druckluftkessel. Nachdem der Automobilmotor Beharrungszustand erlangt hatte, schloß man die von außen kommende Leitung und öffnete die aus dem Kessel gespeiste Leitung so weit, daß in der Umhüllung des Vergasers der gleiche Druck herrschte, wie bei Betrieb mit der anderen Leitung. Aus dem Druckverlust des Kessels konnte man dann die verbrauchte Luftmenge bestimmen. Die Versuche ergaben, daß die chemische Analyse auf Kohlensäure und Sauerstoff zur Bestimmung des Mischungsverhältnisses nur so lange zuverlässig ist, als man mit Luftüberschuß arbeitet. Da die Automobilmotoren zumeist nicht mit Luftüberschuß, sondern mit Brennstoffüberschuß arbeiten, so hat die Gasanalyse nur beschränkten Wert.

Prof. Dr.-Ing. M. Jakob erwähnte sodann kurz die spektrographischen Beobachtungen am Zündraum von Motoren als Mittel zur Aufklärung des Klopfens, vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1000.

Dr.-Ing. J. Sauter berichtete über Messungen der von Spritzvergasern gelieferten Zerstäubung im Laboratorium für technische Physik der Technischen Hochschule München. Mit dem im Forschungsheft 279 und Z. Bd. 70 (1926) S. 1040 beschriebenen Verfahren wurde die Feinheit der Zerstäubung bei verschiedenen Betriebsbedingungen und besonders auch der an der Wand der Gemischleitung entstehende flüssige Niederschlag beobachtet. Von den vier Vergasern waren zwei neuzeitliche Vergaser mit Mehrfachzerstäubung für Schweröl.

Die Versuche haben ergeben, daß die Feinheit der Zerstäubung in sehr hohem Maße von der Luftgeschwindigkeit in der Luftdüse, d. h. vom Unterdruck in der Gemischleitung abhängt. Am ungünstigsten war die Zerstäubung von Petroleum in dem einen Benzinvergaser, am besten nicht die in den Schwerölvergasern, sondern die in einem einfachen Spritzvergaser, der nur aus einer Luftdüse und einer senkrecht zu ihrer Achse gestellten Brennstoffdüse besteht. Bei 20 mm Q.-S. Unterdruck in der Gemischleitung betrugen für die drei letzten Vergaser die mittleren Tröpfchenhalbmesser von Petroleum 0,023 bis 0,033 mm, bei 100 mm Q.-S. betrugen sie 0,005 bis 0,0075 mm und bei 200 mm Q.-S. 0,003 bis 0,005 mm. Die Zerstäubung ist also bei hohen Unterdrücken sehr fein.

Bei niedrigem Unterdruck schlugen sich aus dem Gemisch über 50 vH der zerstäubten Brennstoffmenge flüssig an den Wänden einer 40 cm langen, wagerechten Gemisch-

[1]) De analyse der outlaatgassen voor de bepaling van het luchtverbruik van een automobielmotor. Diss. Delft 1925.

leitung nieder. Bei geeigneter Luftdüse und hoher Luftgeschwindigkeit ging dieser Anteil auf wenige vH der zerstäubten Flüssigkeitsmenge zurück. Die Weite der Gemischleitung hatte dabei verhältnismäßig geringen Einfluß, wohl aber die Weite der Luftdüse. Zu enge Luftdüsen ergeben schlechtere Zerstäubung. Innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen übte auch das Mischverhältnis und die Menge der Zusatzluft (Bremsluft) keine merkliche Wirkung auf die Zerstäubung aus.

Um den Einfluß der Kapillaritätskonstante auf die stäubung zu prüfen, wurden auch Versuche mit Wasser geführt, das eine besonders hohe Kapillaritätskonstante Wasser ergab schlechtere Zerstäubung und größere W niederschläge als Petroleum, doch spielt hier auch die art des Vergasers eine große Rolle. Es ist also mög Petroleum so fein zu zerstäuben, daß es sich nur weni der auch nicht stark geheizten Wand der Gemischlei niederschlägt. [N 559] Dr. A. Hell

Neuartige selbsttätige Feineinstellung für Aufzüge

Selbst bei sehr langsamlaufenden Lasten- und Personenaufzügen bietet das genaue Anhalten des Fahrkorbes an den einzelnen Haltestellen Schwierigkeiten. Die Schwierigkeiten wachsen erheblich, sobald die Fahrgeschwindigkeit der Aufzüge größer wird und die Belastungen verschieden sind, so daß der Fahrkorb entweder zu hoch oder zu tief hält und infolgedessen das Ein- und Ausfahren von Wagen mit Lasten unter Umständen unmöglich ist. Vielfach wird das ungenaue Anhalten des Fahrkorbes an den Haltestellen auch durch Längung der Seile beim Beladen und Verkürzung beim Entladen des Fahrkorbes hervorgerufen. Bei Personenaufzügen sind die Unterschiede beim Anhalten an den einzelnen Geschossen meist so groß, daß bei Nichtbeachtung dieser Stufen beim Ein- und Aussteigen häufig Unfälle vorkommen.

In die in Z. Bd. 69 (1925) S. 1396 beschriebene Treibscheiben-Aufzugmaschine ist neuerdings eine selbsttätige Feineinstellung eingebaut, die den erwähnten Übelständen abhelfen soll, Abb. 1 bis 4.

Die Treibscheibe oder Seiltrommel der Aufzugmaschine besteht aus zwei Teilen, und zwar einem festen Teil *a*, der mit der Trommelwelle *b* fest verbunden ist, und einem beweglichen, drehbaren Teil *c* zur Aufnahme der Tragseile, der auf dem festen Teil *a* gelagert ist. Der drehbare Teil hat im Innern zwei gefräste Zahnkränze *d* mit Innenverzahnung. In diese beiden Zahnkränze greifen zwei gefräste Zahntriebe *e* ein, auf deren Wellenende ein Schneckenrad *f* mit gefrästen Zähnen befestigt ist. Mit diesem Schneckenrad arbeitet eine selbstsperrende Schnecke *g*, auf d Wellenende wiederum ein gefrästes Bronzeschneckenr befestigt ist. Dieses steht in Verbindung mit einer n gängigen Schnecke *i*, die im Ölbad läuft; *i* ist mit Hilfsmotor *k* von rd. 1,2 PS und 1280 Uml./min elas verbunden. Der Motor *k* ragt zu ⅔ in den feststehe Teil *a* hinein und ist mit diesem fest verschraubt. Hilfsmotor *k* erhält seinen Strom von einem Schleifri der auf der Trommelwelle *b* befestigt ist. Die Sper zwischen dem drehbaren Teil *c* und dem auf der Trome welle *b* befestigten Teil *a* übernimmt das Schneckenra so daß beim normalen Lauf der Maschine beides ein Ga bildet.

Während der Fahrt des Aufzuges läuft das G mit der Trommelwelle *b* um. Erhält der Hilfsmotor *k* St was auch während der Bewegung des Hubmotors der sein könnte, so dreht sich der drehbare Teil *c* auf Teil *a*. Er kann sich im Sinne des Hubmotors bewe kann aber auch dem Hubmotor entgegenarbeiten, so mit dieser Einrichtung unter Umständen dem Aufzug zusätzliche Geschwindigkeit gegeben oder aber eine zögerung erreicht werden kann. Mit Rücksicht auf geringe Geschwindigkeit, die der Hilfsmotor *k* Fahrkorb verleiht, und mit Rücksicht auf die se sperrende Schnecke *g* ist ein Abbremsen des Hilfsmo nicht erforderlich. Der gesamte mechanische Teil Feineinstellung ist vollkommen innerhalb der Treibsch von 800 mm Dmr. untergebracht. Die übrigen elektris Teile befinden sich im Aufzugschacht und bestehen in Hauptsache aus einem Stromwender, der auf dem F korb *m*, Abb. 5 und 6, befestigt wird, den Stockwerk-Sch kurven und einem Magneten *n*, der die Stockwerk-Schalt ven *o* betätigt. Die Steuerorgane des Hubmotors *p*, der Aufzugmaschine antreibt, sind derart eingestellt, daß bereits vor der Haltestelle den Motor abschalten.

Der Arbeitsvorgang der Feineinstellung ist folgen Der Magnet *n* wird stromlos, sobald die Steuerung schaltet; er gibt dann das Gewicht *q* frei und schließt bei am Kontakt *r* den Stromkreis der Hilfssteuer Gleichzeitig werden durch das Zugseil *s* die Stockw Schaltkurven *o* eingelegt. Die Stellung der Schaltkurve zu dem Haltepunkt des Fahrkorbes *m* bedingt, daß je der Einfahrtrichtung des Fahrkorbes ein Rollenhebe oder *d* des auf dem Fahrkorb angeordneten Stromwend Abb. 7 bis 9, auf der Kurve aufläuft und den Hilfsm einschaltet, so daß der Fahrkorb mit verringerter Geschw digkeit, ohne vorher zum Stillstand zu kommen, nach Haltepunkt weiter fährt. Beim Ablaufen des eingerück Rollenhebels von der Kurve wird der Hilfsmotor *k*, Abb stillgesetzt. Die Rollenhebel liegen stets schaltbereit an Stockwerk-Schaltkurve *o*, Abb. 5, an. Sie stehen mit ei Schaltgerät *a*, Abb. 7, in Verbindung, das den Hilfsm vor- und rückwärts steuert. Das Zwischenglied *b* stellt Abhängigkeit beider Rollenhebel her. Tritt beim Entla des Fahrkorbes eine Entspannung der Tragseile ein,

Abb. 1 und **2**

Abb. 3 und **4**
Trommel der Treibscheiben-Aufzugmaschine
a fester Teil der Treibscheibe *b* Trommelwelle *c* drehbarer Teil der Treibscheibe *d* Zahnkränze *e* Zahntriebe *f* Schneckenrad *g* selbstsperrende Schnecke *h* Bronzeschneckenrad *i* mehrgängige Schnecke *k* Hilfsmotor *l* Schleifring

Abb. 1 bis **4**. Aufzugmaschine mit Treibscheiben-Feineinstellung

Abb. 5 und 6
Anordnung der Feineinstellung bei Aufzügen
ahrkorb n Magnet zum Betätigen der Stockwerk-Schaltkurven o
lubmotor q Gewicht r Kontakt für den Stromkreis der Hilfs-
uerung s Zugseil zum Einlegen der Stockwerk-Schaltkurven

Abb. 7 bis 9
Stromwender
a Schaltgerät
b Zwischenglied
c, d Rollenhebel
e Mittelrolle
f Gabelstück zur Lagerung von e
g Seilhebel
h Nut des Mitnehmers i
k Federung

ndert sich die Stellung des Fahrkorbes zur Haltestelle. lgedessen wird von der Schaltkurve ein Druck auf Rolle d ausgeübt, die auf der Kurve aufläuft und den smotor auf „Abwärts" einschaltet. Der Hilfsmotor t so lange unter Strom, bis der Fahrkorb den ge- n Haltepunkt wieder erreicht hat, der durch das An- n der Rollen c und d an den Anlaufstellen der Stock- -Schaltkurven bedingt ist.

Die Feineinstellung liegt in einem besonderen Stromkreis und ist von der Steuerung unabhängig. Der Hauptmotor wie auch der Feineinstellungsmotor liegen in vollkommen getrennten Stromkreisen. Infolgedessen kann die Feineinstellung bei jeder Steuerungsart angewendet werden. Bei Störung am Hauptmotor oder an der Steuerung läßt sich der Aufzug auch mit der Notsteuerung benutzen.

Mit dieser Feineinstellung ist noch eine weitere nützliche Einrichtung verbunden. Wenn bisher der Fahrkorb durch irgendeine Ursache, z. B. Durchbrennen der Hubmotorsicherungen, zwischen zwei Haltestellen stehen blieb, war keine Möglichkeit, vom Fahrkorb aus bis zur nächsten Haltestelle zu gelangen. Entweder mußte man mit fremder Hilfe durch Drehen der Maschine von Hand bis zur nächsten Haltestelle fahren, oder wenn niemand zu erreichen war, durch die Fahrkorbdecke bis zur nächsten Schachttüre zu gelangen versuchen, was meist sehr schwierig, teilweise unausführbar ist. Die neue Einrichtung (Notsteuerung) hat es ermöglicht, daß man durch Bedienung eines kleinen Handhebels im Fahrkorb ohne weiteres bis zur nächsten Haltestelle mit Hilfe des Hilfsmotors fahren kann. Ein Weiterfahren über die nächstgelegene Haltestelle

Abb. 10 und 11
Aufzugmaschine mit Trommel-Feineinstellung

Schnitt A-B

Abb. 12 und 13
Trommel der Aufzugmaschine mit Trommel-Feineinstellung

hinaus ist nicht möglich, wie auch eine Betätigung der Notsteuerung im Fahrkorb während der normalen Fahrt wirkungslos ist. Mit dem im Fahrkorb angeordneten Handgriff kann der Hilfsmotor beim Versagen der Hauptsteuerung in Gang gesetzt werden. Für das selbsttätige Abschalten sorgt die betreffende Stockwerkskurve. Sie legt sich gegen eine Mittelrolle *e*, die an einem Gabelstück *f* gelagert ist, und rückt den Seilhebel *g* aus der Nute *h* des Mitnehmers *i*. Nach dem Ablauf der Schaltrolle *d* wird der Motor stromlos und stellt den Fahrkorb derart am Haltepunkt ein, daß beide Rollen *c* und *d* in ihrer Nullstel[lung,] die durch Federung *k* erreicht wird, an den Ende[n der] Kurve *o* anliegen, Abb. 5 und 6. Am Haltepunkt i[st es] unmöglich, den Aufzug am Handgriff der Notsteue[rung,] Abb. 5 und 6, in Gang zu setzen, da an der Haltestell[e der] Schalter nicht mehr über die Kurven *o*, Abb. 5 und [6, im] Eingriff mit dem Stromwender steht. Eine weitere [Er]höhung der Sicherheit wird durch das Zwischengli[ed,] Abb. 7, erreicht. Dieser Teil des Stromwenders zwing[t am] Haltepunkt des Fahrkorbes die jeweilige Schaltrolle i[n die] Nullstellung zurück. Beim Einschalten des Hauptm[otors] hebt zur gleichen Zeit der Magnet *n*, Abb. 5 und 6[, das] Gewicht *q* an. Am Kontakt *r* ist die Hilfssteuerung u[nter]brochen. Das Zugseil *s* legt mit Hilfe der Kniegelenk[e die] Kurven *o* in die Anfangsstellung zurück, wodurch ein u[n]gehindertes Durchfahren des Fahrkorbes ohne Einwir[kung] auf die Rollenhebel erreicht wird.

Diese Einrichtungen wurden von der Firma Unr[uh &] Liebig, Akt.-Ges., Leipzig-Plagwitz, ausgeführt. In d[er] gleichen Weise werden auch Trommelmaschinen [mit] Feineinstellungen ausgeführt. Wie aus Abb. 10 bis 1[3 zu] ersehen ist, liegt bei der Trommelmaschine mit Feinei[nstel]lung das ganze Triebwerk außerhalb der Trommel. [Die] Triebwerkteile sind die gleichen wie bei der Treibsche[iben-]Aufzugmaschine. Die Einrichtung läßt sich ohne Sch[wie]rigkeiten auch bei bereits bestehenden Anlagen einb[auen.]

Leipzig [M 44] Obering. Ph. Giehl

Modellschleppversuche im Wellengang

Bis jetzt hat man in den Schiffbau-Versuchsanstalten alle Versuche im glatten Wasser ausgeführt. Da die Seeschiffe zumeist im Wellengang fahren, wobei sie ganz andern hydrodynamischen Voraussetzungen begegnen, sind die am Modell gewonnenen Werte nicht ohne weiteres übertragbar.

Für den Reeder ist aber die erreichbare mittlere Reisegeschwindigkeit äußerst wichtig; zum Ausgleich des Geschwindigkeitsabfalls im Seegang bestimmt man daher beim Versuch die Maschinenleistung von vornherein für eine höhere Geschwindigkeit. Dieser Verlust an Geschwindigkeit hängt in erster Linie von der Schiffsform ab, so daß der notwendige Leistungszuschlag bei jedem Schiff verschieden ist. Für die Wirtschaftlichkeit ist anzustreben, daß die Maschinenleistung den Anforderungen genügt, ohne daß eine übermäßige Reserve vorhanden ist. Es ist daher wichtig, das bisherige Abschätzen dieses Zuschlages durch eine genauere Bestimmung zu ersetzen.

Um die Modelle im Seegang untersuchen zu können, hat die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt einen Wellenerzeuger, Abb. 1, in Betrieb genommen. Durch Auf- und Niedergehen des Tauchkörpers werden die Wellen erzeugt, die wegen der besonderen Formgebung, Abb. 2, nur auf der vorderen, unten abgerundeten Seite entstehen. Der Körper wird an drei Stellen senkrecht geführt und durch einen Motor über ein Zahnradgetriebe, zwei Kurbeln und Pleuelstangen angetrieben. Der Kurbelhalbmesser ist von 0 bis 25 cm verstellbar, damit man die im Fahrtbereich des Sc[hiffes] auftretenden Wellen im Modellmaßstab erzeugen [kann.] Beim größten Hub von 50 cm beträgt die Wellenhöh[e] 30 cm bei 5 m Länge. Die Wellenperiode wird durch [Span]nungsregelung am Motor und durch drei verschiedene [Über]setzungen abgestimmt. Für Schleppversuche bei lauf[en]der Schraube im Wellengang kann man nur Modelle mit [Ei]nantrieb verwenden.

Außer der genauen Ermittlung der Widerstands- [und] Geschwindigkeitsverhältnisse im Wellengang ist die Be[stim]mung der Eigenschwingung eines Schiffes wesentlich. [Bei] Übereinstimmung der Stampf- und Tauchschwingung[en] mit der Wellenperiode treten besonders hohe Beanspruc[hun]gen der Schiffsverbände auf. Durch entsprechende [Ver]teilung der Trimmgewichte beim Modell kann man [das] Trägheitsmoment dem Trägheitsmoment des Schiffes [na]ch dem Ähnlichkeitsgesetz angleichen. Ergibt sich daher [beim] Versuch eine Übereinstimmung zwischen der Eigensch[win]gung und der Wellenperiode, so hat man nunmehr e[inen] Anhalt, um diese Übereinstimmung beim Entwur[f de]s Schiffes durch Änderung der Gewichtverteilung zu [ver]meiden.

Die Versuchseinrichtung der Hamburger Anstalt [ist] durch den Wellenerzeuger wesentlich bereichert wo[rden.] Die Versuchstechnik paßt sich immer mehr den wirkli[chen] Verhältnissen an und ermöglicht, die für den Ent[wurf] eines wirtschaftlichen Schiffes wichtigen Größen gena[u zu] bestimmen. [M 689] Luchsing[er]

Abb. 1
Wellenerzeuger über der kleinen Schlepprinne
Die Wellen entstehen auf der im Bild ersichtlichen Seite gleichmäßig über die ganze Breite und laufen über die ganze Länge bis zum Ende der beiden hintereinander liegenden Schlepprinnen.

Abb. 2
Tauchkörper um 90° gedreht für die Durchfahrt der Modelle
Der an einer Führungsschiene sitzende Zahnbogen und der Handkurbelantrieb zum Drehen des Tauchkörpers sind rechts auf dem Bild ersichtlich.

R U N D S C H A U

Wasserkraftanlagen

Die Speicherpumpenanlage des Tremorgio-Kraftwerkes

Das Anfang des Jahres 1925 dem Betrieb übergebene zenkraftwerk Tremorgio der Officine Elettriche Ticin Bodio (Schweiz), einem Unternehmen der Motorımbus A.-G. in Baden, wurde im vergangenen Jahr h den Einbau eines Speicherpumpensatzes von ungenlichen Ausmaßen vergrößert. Dieser Pumpensatz t dazu, das Wasser des Tessin etwa 900 m hoch in den ich des Gotthards über 1800 m hoch liegenden Tremorsee zu pumpen und mittels der Turbine zu Zeiten des ßten Strombedarfs wieder auszunutzen.

Der Pumpensatz wurde von der Firma Escher, ß & Cie., Zürich, für eine größte Arbeitsaufme von 13 600 PS ausgeführt. Der Konstrukteur sah hierbei vor eine vollständig neue Aufgabe gestellt, da ıpen für eine manometrische Förderhöhe von 920 m bisnur für relativ kleine Leistungen gebaut worden waren. hohen Werkstoffbeanspruchungen der Konstruktions- und die Gewichtsgrenzen, die durch die Tragfähigkeit vorhandenen Krans von höchstens 30 t gezogen waren, en die Ausnützung der ganzen Leistung in einer einn Pumpe als unzweckmäßig erscheinen. Eine Unterıng der Leistung auf zwei Pumpen war auch deswegen oten, weil die jeweils zur Verfügung stehende elekhe Energiemenge bedeutenden Schwankungen unterliegt die Bedingung gestellt wurde, daß auch bei einer relakleinen elektrischen Leistung ein guter Wirkungsgrad elt werden müsse.

Die gegebene Lösung war unter diesen Verhältnissen daß an den bestehenden Turbinen-Stromerzeugersatz ein iebe angebaut wurde, das die Energie mittels zweier elwellen auf zwei Pumpen überträgt. Diese Anordnung ährleistet den gleichen Pumpenwirkungsgrad bei Halb- wie bei Vollast, bietet eine gute Zugänglichkeit der chinen und hat den weiteren Vorteil, daß stets eine Aus- für die halbe Leistung vorhanden ist.

Die Hauptgetriebewelle ist mittels einer bei Stillstand und einrückbaren elastischen Kupplung mit der mit Uml./min laufenden Turbinenwelle verbunden. Die elwellen laufen mit 1000 Uml./min, und zwar ist die Pumpe mit einer leicht auskuppelbaren elastischen plung, die andre mit einer im Betrieb aus- und einrückn elektromagnetischen Kupplung angeschlossen.

Die Pumpen sind für je 410 l/s Förderleistung bei n manometrischer Förderhöhe gebaut. Das Wasser aus einer durch eine Betonrohrleitung vom Tessin gespeisten Saugkammer entnommen, der eine Sandheideanlage und ein Klärbecken vorgebaut sind.

Abb. 2
Äußerer Aufbau einer der beiden neunstufigen Pumpen für das Tremorgio-Kraftwerk

Die Saugleitungen enthalten keine Rückschlagventile, die Pumpen werden daher vor der Inbetriebnahme mit Wasserstrahlejektoren entlüftet. Die Druckleitungen, die an die Turbinenleitung anschließen, sind mit je einem mittels Druckwasser gesteuerten Regulierschieber und einer Rückschlagklappe von besonderer Bauart ausgerüstet, die keine unzulässigen Druckstöße beim Außerbetriebfallen des Umformersatzes entstehen läßt. Durch zahlreiche Abschaltversuche bei den verschiedensten Belastungen wurde festgestellt, daß diese Organe im Betrieb gut arbeiteten. Während des Anlaufens der Pumpen gegen die geschlossene Druckleitung werden selbsttätig gesteuerte Leerlaufschieber geöffnet, damit die Maschinen sich nicht erwärmen. Das Getriebe und die Pumpenlager werden von einer im Kellerraum angeordneten zentralen Ölversorgungsanlage aus selbsttätig geschmiert.

Der konstruktive Aufbau der Pumpen geht aus Abb. 1 hervor. Das Wasser tritt auf der Antriebseite ein und der Axialschub der neun einseitig beaufschlagten Laufräder wird durch die hydraulische Escher-Wyß-Entlastung aufgenommen. Diese besteht aus einer am letzten Laufrad angebauten gleichbleibenden äußeren und einer veränderlichen inneren Drosselstrecke. Durch die letztere tritt ein Teil des Spaltwassers der letzten Druckstufe ins Freie über und beeinflußt den Druck in der Kammer zwischen den beiden Drosselstrecken derart, daß der Axialschub des Laufrades aufgehoben wird. Den äußeren Aufbau der Pumpen zeigt Abb. 2.

Abb. 1
Hochdruckpumpe für 410 l/s Fördermenge bei 920 m manometrischer Förderhöhe und 1000 Uml./min für das Tremorgio-Kraftwerk

Die Anlage wurde in der außerordentlich kurzen Zeit von sechs Monaten gebaut und im Sommer 1926 in Betrieb genommen. Sie hat den gehegten Erwartungen voll entsprochen, und bei der kürzlich vorgenommenen Nachprüfung waren die Innenteile der Maschinen trotz eines angestrengten Betriebes, während dessen rd. 4 Mill. m³ gefördert wurden, in einwandfreiem Zustand. [M 368]

Zürich Kühne

Werkzeugmaschinen

Schwere Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe

Der Bau von Großdrehbänken stellt an den Konstrukteur nicht nur die Anforderung, diese Maschinen zu hoher Leistungsfähigkeit in bezug auf Spandicke im Rahmen der vorgeschriebenen Hauptabmessungen zu entwickeln, sondern er stellt ihm auch die Aufgabe, die Bedienung dieser oft riesigen Maschinen so leicht wie möglich zu gestalten. Während man früher beispielsweise die Supporte wegen ihres hohen Gewichtes nur schwer an den Betten verschieben konnte, ist man heute längst zur maschinellen Verstellung übergegangen. Heute werden die Motoren durch einen leichten Fingerdruck ein- und ausgeschaltet, früher mußte sich der Dreher zwecks An- oder Abstellens des Motors zum Anlasser an den Spindelstock begeben.

Eine mit den neuesten Verbesserungen ausgestattete Drehbank der Firma Schieß-Defries A.-G., Düsseldorf, ist in Abb. 3 bis 7 veranschaulicht. Sie hat 1500 mm Spitzenhöhe und 13 m Spitzenweite und ist mit einem Doppelbett von 2800 mm Gesamtprismabreite ausgestattet.

Allgemeine Bauanordnung. Auf den vorderen Bettwangen gleiten zwei Supporte, auf den hinteren Wangen führt sich ein besonderer Kurbelwellensupport, dessen schmales Oberteil aus Stahlguß angefertigt ist. Der Reitstock ist auf der hinteren Bettbahn verschiebbar, Abb. 4, während der Spindelstock, Abb. 4, am linken Bettende feststehend angeordnet ist.

Zum Antrieb dient ein am Spindelkasten angebrachter regelbarer Gleichstrom-Nebenschlußmotor von 40 PS mit 300 bis 900 Uml./min, der nach Einschalten einer Rutschkupplung das Rädergetriebe derart betätigt, daß entweder vom Motorritzel über doppelte Rädervorgelege ein auf der Hauptspindel (neben deren hinterem Lager) sitzendes Rad oder der mit der Planscheibe fest verschraubte Stahlzahnkranz mit Innenverzahnung angetrieben wird. Dieser letzte Antrieb erfolgt über mehrere Rädergruppen und Kupplungen auf das Zahnkranzritzel. Mit dieser Anordnung werden folgende Drehzahlen erzielt:

1. Rädergruppe	26,4	bis	79,2	Uml./min
2. „	9,07	„	27,2	„
3. „	3,26	„	9,78	„
4. „	1,02	„	3,06	„
5. „	0,37	„	1,1	„

Die Hebel *a* bis *c* und Handrad *d*, Abb. 4, dienen zur Einstellung dieser Geschwindigkeiten, gegenläufige Geschwindigkeiten können nicht eingerückt werden.

Die aus bestem Schmiedestahl hergestellte, durchbohrte Hauptspindel ist in nachstellbaren zylindrischen Lagern aus Phosphorbronze sicher geführt und hat im Vorderlager 350 mm Dmr. bei 520 mm Lagerlänge, im rückwärtigen Lager einen solchen von 235 mm bei 365 mm Lagerlänge. Die Hauptlager werden durch breite, viel Öl fördernde Schmierringe geschmiert, die Antriebwellen und deren Lagerungen von einem Zentraldrucköler, Abb. 3 links oben, der den einzelnen Schmierstellen zwangläufig reichliche Ölmengen zuführt.

Die gut verrippte, breitgehaltene Planscheibe [...] 2520 mm Durchmesser trägt vier verschiebbare Kla[...] kasten mit stählernen Spannklauen, die durch schwere Sch[...] benspindeln verstellbar sind. Die Spindeln werden in do[...] ten gehobelten T-Schlitzen geführt; die Kasten sind d[...] eingelegte Querkeile gegen Verschieben gesichert. Der [...] Drehen auftretende axiale Druck wird durch besonders [...] tige, an der Innenseite des hinteren Lagers befind[...] Kugelringe aufgenommen. Der Spindelkasten hat eine L[...] von 2400 mm, die Hauptspindel ist über das hintere [...] hinaus zwecks Aufnahme einer Gegengewichtscheibe [...] Auswuchtgewichten verlängert, die notwendig we[...] wenn unrunde Werkstücke, wie z. B. Kurbelwellen [...] bearbeiten sind. Am Spindelkasten sind zwecks beque[...] Bedienung Arbeitsbühnen vorgesehen; auf seiner Rück[...] befindet sich noch eine Schrägleiter, die zu der obern Bü[...] für die Motorbedienung führt.

Die Supporte. Die Verschiebung der Supp[...] wird von dem hinteren Ende der Zahnkranz-Ritzelwelle [...] von der auf dieser Welle sitzenden schnellaufenden S[...] hülse abgenommen. Ein auf der Welle sitzendes loses Z[...] rad kann nach Bedarf mit der Welle oder mit der H[...] durch Klauenkupplung verbunden werden; im ersten [...] wird die Schaltbewegung, im letzten die maschinelle Sch[...] verstellung eingerückt. Hebel *e*, Abb. 4, dient zur Betätig[...] der Kupplung; da diese hierbei nur mit der Welle oder [...] der Hülse verbunden werden kann, ist ein gleichzeit[...] Einrücken beider Bewegungen von selbst ausgeschlo[...] Ein durch Kupplung wechselweise einrückbares Rä[...] getriebe treibt die beiden, längs der Vorder- und Hi[...]

RZ 369 Z 5

Abb. 7. Spindelstock

13000 d e a c f b 1500 650 m k i g h n 18380 l

RZ 369 Z 2

Abb. 4 und 5. Support Drehbank für 1500 mm Spitzenhöhe

a bis *c* Hebel, *d* Handrad } zum Einstellen der Geschwindigkeit
e, *f* Kupplungshebel
g, *h* Einrückhebel für Schaltgeschwindigkeit
i Umsteuerhebel
k Hebel für Schnellverstellung
l Griffhebel (Abb. 5)
m Umschalthebel
n Schuh für den Support, als schiefe Ebene wirkend

Abb. 3
Schwere Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe, erbaut von Schieß-Defries A.-G., Düsseldorf

des Bettes liegenden Schaltwellen von 95 mm Dmr., ntsprechende Kupplung wird mit dem Hebel *f* betätigt. Stillsetzen einer der beiden Schaltwellen ist das auf sitzende, an einem Langkeil verschiebbare Triebrad abhen.

Die beiden, in schwerer Bauart gehaltenen Vorderorte sind in ihrer Konstruktion gleich, nur hat der Support noch eine Einrichtung am Drehteil zum Geeschneiden. Die Schaltung der Supporte, die in üblicher e aus Bettschlitten, Schlittenschieber und Drehteil mit hiebbarem Kreuzsupport bestehen, wird von der Räder-e am Bettschlitten und dem in diesen eingebauten rkasten abgeleitet. Durch Stufenrädergetriebe, die n Kupplungen wechselweise eingerückt werden, lassen in der Längsrichtung bei einer Umdrehung der Planbe Vorschübe von 0,48, 0,72, 1,08, 1,6, 2,3 und 3,4 mm in der Planrichtung von 0,31, 0,46, 0,68, 1,01 und m erreichen. Die maschinelle Eilbewegung der Sup- in Längs- und Planrichtung beträgt etwa das 12fache genannten Schaltungsgrößen. Durch ein in die Bette eingebautes Kegelräder-Wendegetriebe können die chübe nach beiden Richtungen betätigt werden. Eine l-Reibrutschkupplung, die in das Schaltgetriebe einit ist und von außen leicht nachgestellt werden kann. zt den Vorschubantrieb vor Überlastung. Die Längstung erfolgt an einer im Bett eingesetzten Zahnstange senkrechten liegenden Zähnen. Das Zahnstangenritzel ppelt gelagert. Den Vorschub in der Planrichtung be- eine im Bettschlitten angeordnete Schraubenspindel. prechende Verblockeinrichtungen verhindern, daß s- und Plangang oder Schalt- und Eilbewegung zu her Zeit eingerückt werden können. Von den aus 4 ersichtlichen, an der Supportplatte befindlichen ln dienen *g* und *h* zum Einrücken der verschiedenen ltgeschwindigkeiten, *i* zum Umsteuern des Kegel--Wendegetriebes und *k* für die Schnellverstellung. Mit groß gewählten Handkreuz kann der Support in der srichtung an der Zahnstange von Hand verschoben en; durch entsprechende Räderübersetzungen ist diese hiebung trotz des großen Gewichtes des Supports ohne e Anstrengung zu bewerkstelligen.

Bei den Großdrehbänken wird vielfach auf eine durchnde Leitspindel zum Gewindeschneiden verzichtet, man ügt sich oft damit, den Drehteil zum Schneiden kurzer nde einzurichten. Diese Anordnung ist hier beim n Support vorhanden und besteht darin, daß neben die ndespindel zum Plandrehen im Bettschlitten eine besondere, vom Schaltgetriebe betätigte Nutwelle gelegt wird, die unter Einschaltung von Kegelrädern und senkrechter Welle eine parallel zur Prismaführung des Drehteils angeordnete Welle antreibt, von der aus in üblicher Weise mit Wechselrädern und Stelleisen die im Drehteil gelagerte Leitspindel bewegt wird. Damit können Gewinde bis 1000 mm Länge geschnitten werden. Die Lagerung der Kreuzsupportspindel ist nicht feststehend, sondern mittels steilgängigen Gewindes axial verschiebbar, wodurch es möglich ist, beim Umsteuern den Gewindestahl rasch aus dem Gewinde herauszuziehen. Griffhebel *l*, Abb. 5, dient zum Betätigen dieser Verschiebung. Die Umsteuerung beim Gewindeschneiden erfolgt hier nicht in der üblichen Weise durch Umkehrung der Drehbewegung des Arbeitsstückes, sondern durch Umsteuerung des Schnittvorschubes, wozu ein Kegelräder-Wendegetriebe im Drehteil dient. Da die zugehörige Kupplung einzahnig ist, wird der Gewindestahl immer an der richtigen Stelle einsetzen. Bei *m*, Abb. 4, ist der Umschalthebel angedeutet.

Der zum Drehen von Kurbelwellen bestimmte, an der hinteren Bettbahn gleitende Support ist außer in Abb. 3 noch in Abb. 4 und 5 gezeigt. Bettschlitten und Schürze entsprechen vollkommen den beiden andern Supporten an der Bettvorderseite, während der auf dem Schlitten verschiebbare Querschieber in Sonderbauart gehalten ist. Er hat eine in geneigter Ebene liegende Prismabahn für den eigentlichen Meißelhaltersupport, der aus Unterteil und Stahlhalterschieber besteht und schmal ausgebildet ist, um bequem zwischen die Kurbelschenkel eintreten zu können.

Ein Punkt, der bei gewöhnlichen, kleinen Supportbänken wegen ihrer in der Regel kurzen Länge nicht beachtet zu werden braucht, der aber bei schweren langen Bänken nicht außer acht gelassen werden darf, ist die zweckrichtige Unterstützung der Schaftwellen, Abb. 4. Sie erfolgt durch eine Reihe halber Lager, die an senkrechten, an der Bettvorderseite angebrachten Führungen verschiebbar angeordnet und durch schwere, an Hebeln sitzende Gegengewichte an die zu unterstützende Schaftwelle angedrückt werden. Hakenförmig ausgebildete Sperrnasen sichern die jeweilige Lage. Jeder Support trägt einen als schiefe Ebene wirkenden Schuh *n*. Berührt dieser bei der Längsbewegung des Supports nun das Unterstützungslager, so wird die Sperrung gelöst, und der Schuh drückt selbsttätig das Lager nieder, wodurch der Support ungehindert die betreffende Stelle passieren kann. Nach dem Durchgang geht das Stützlager unter dem Druck des Gewichtes wieder selbsttätig nach oben, und die Sperrung tritt durch Druck einer Feder wieder in Tätigkeit.

Der Reitstock ist an der für die Supportschaltung bestimmten Zahnstange am Hinterbett verschiebbar angeordnet und einseitig ausgebildet, so daß die Vordersupporte ungehindert an ihm vorbeigleiten können, was besonders zum Drehen der Wellenenden notwendig ist. Seine Pinole hat 210 mm Dmr. und kann von vorn mittels Handrades und starker Räderübersetzung über eine Gewindespindel in der Achsrichtung verschoben werden. Der Reitstock selbst wird maschinell von der an der Betthinterseite befindlichen Schaltwelle mit geeigneten Rädervorgelegen der Bettzahnstange verschoben. Die Verschiebung ist mittels Kegelräder-Wendegetriebe für Vor- und Rückgang umsteuerbar. An der Innenseite des hinteren Bettprismas ist noch eine besondere Sperrzahnstange eingegossen, in die ein Sperrhaken eingreift, der das Zurückweichen des Reit-

max. 2700 max. 3000 *l*

Abb. 5

Abb. 6
Schleifleitungen für die Druckknopfsteuerung

stockes unter der Last schwerer Arbeitstücke und unter dem durch das Anpressen der Pinole erzeugten Druck mit Sicherheit verhindert und so zur Entlastung der Reitstock-Befestigungsschrauben beiträgt.

Die eingangs erwähnten Maßnahmen zur Erleichterung der Bedienung dieser Riesenmaschine bestehen außer den raschen maschinellen Eilbewegungen, in stark übersetzten Hebelübertragungen auf die auszurückenden Mechanismen, deren Betätigung deshalb nur geringe Kraft erfordert. Die Hebel und Handräder sind hierbei in bequeme Reichweite des Arbeiters gelegt, ihre Bewegung ist sinnfällig. Besonders hingewiesen sei auf die Motorbetätigung durch Druckknopfsteuerung, die das Ein- und Ausschalten, die Umkehrung und Geschwindigkeitsregelung des Motors in einfachster Weise ermöglicht. Die zugehörigen Druckknopftafeln können an beliebiger Stelle, am besten am Spindelstock, Reitstock und an den Supporten angebracht werden. Zwei unter dem Bett angeordnete, abgedeckte Gruben nehmen die beiden Schleifleitungen auf, Abb. 6. Die großen Vorteile solcher Druckknopfsteuerungen werden besonders dann erkennbar, wenn man mit ihnen die früher mechanisch betätigten Ausrückvorrichtungen für die Motoren zum Antrieb solcher langen Drehbänke vergleicht. Diese betätigen bei späteren Bauarten wohl ebenfalls die Motoren vom Arbeiterstand aus, erforderten aber besondere, längs des Bettes angeordnete Wellen mit einer Reihe von Hebeln, Rädern oder Kettentrieben, deren Bewegung viel Kraft in Anspruch nahm und daher viel zu langsam vor sich ging.

Die Bank ist mit allen neuzeitlichen Verbesserungen ausgestattet, besondere Rücksicht wurde auf die Anordnung sicher wirkender Schmiervorrichtungen genommen. Alle Lagerungen sind mit Phosphorbronze ausgebüchst und lang gehalten, um Warmlaufen zu verhindern und die Abnützung auf ein Mindestmaß herabzudrücken. Die Wellen sind an den Lagerstellen auf Sondermaschinen geschliffen.

Die Maschine ist in besonders schwerer Bauart gehalten; ihr Gewicht einschließlich der beiden feststehenden Dreibackenlünetten beträgt 110 t. [M 369]

Frankfurt am Main Obering. Weil

Werkstoffe

Der Zugversuch am Flachstab

Auf Grund der Ergebnisse von Zugversuchen mit Stahl und Elektrolytkupfer haben W. Kuntze und G. Sachs[1]) festgestellt, in welcher Weise die Kennzahlen des Zugversuches, wie Streckgrenze, Festigkeit, Dehnung und Querschnittsverminderung dadurch beeinflußt werden, daß für die Versuche Rund- oder Vierkant- und Flachstäbe verwendet werden. Die Frage ist von einiger Bedeutung, weil es nach der allgemeinen Anschauung genügt, die Werkstoffeigenschaften an sog. Proportionalstäben zu ermitteln, deren

[1]) Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung, Berlin-Dahlem, „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 219.

Abb. 9
Einfluß des Querschnitt-Meßverfahrens auf die Bruchquerschnitt-Verminderung von Flachstäben verschiedener Breite

Abb. 10
Bruchquerschnitt-Verminderung von Flachstäben verschiedener Breite von Eisen und Kupfer nach verschiedenen Meßverfahren

Abb. 8
Dehnung von Kupferstäben in Abhängigkeit von der Meßlän[ge]

1	Flachstab	8 × 8 mm Querschnitt	—
2	„	8 × 11 „ „	•
4	„	8 × 20 „ „	×
7	„	4 × 14 „ „	∘
11	Rundstab	7,4 mm Dmr.	+
12	„	7,8 „ „	+

Abmessungen verhältnisgleich der Wurzel aus dem Stab[quer]schnitt sind, wobei die Querschnittform also unberücksich[tigt] bleibt.

Bei der Untersuchung wurde ermittelt, daß die Str[eck]grenze und die Festigkeit bei Rund- und Flachs[täben] gleich sind, weil das Abmessungsverhältnis und die G[estalt] des Querschnitts bis zur Höchstlast (Beginn der örtl[ichen] Einschnürung) annähernd erhalten bleibt. Da sich abe[r mit] zunehmender Einschnürung die Querschnittform ver[ändert] und die Dicke stärker abnimmt als die Breite, ergeben [sich] für die Dehnung und Querschnittvermi[nde]rung beim Bruch für Rundstäbe andere Werte als [für] Flachstäbe. Hierzu kommt, daß beide Werte beim Flac[hstab] von der Art der Bestimmung abhängen, d. h. ob man be[i der] Dehnungsmessung die Teilung auf den Schmal- oder [Breit]seiten anbringt, und welche Maße des Bruchquersch[nittes] man statt des richtigen aber nicht genau zu ermitte[lnden] Querschnittes der Berechnung der Querschnittvermind[erung] zugrunde legt.

Von der Bruchdehnung wird angenommen, daß si[e mit] zunehmender Breite des Stabes abnimmt, da erfahrungsg[emäß] die Dehnung von dünnen Blechen immer verhältnism[äßig] gering ist. Die vorliegenden Versuche zeigen jedoch w[egen] der erheblichen Streuung keinen deutlichen Einfluß der [Stab]form auf die Dehnung. Diese fällt größer aus, wenn [die] Teilung auf den Schmalseiten gemessen wird, weil der B[ruch] in der Mitte der Breitseite beginnt, während die Sch[mal]seiten noch zusammenhängen und sich noch um einen [wei]teren Betrag strecken, ehe der Stab vollständig bricht. [Der] Unterschied tritt jedoch bei der üblichen Meßlänge $l =$ [...] oder $11{,}3\,\sqrt{f_0}$ nicht deutlich in Erscheinung (rd. 1 [...] Dagegen wird die Art der Messung bei kurzer Meßläng[e die] Dehnung erheblich beeinflussen, z. B. bei dem üblichen 2[''-] Stab in England bis zu 2,5 vH.

Bei Kupfer sind diese Einflüsse undeutlicher als b[ei] Eisen erkennbar wegen der großen Streuung der Dehnu[ngs]werte. Die Streuung rührt daher, daß wegen der ge[ringen] Gleichmäßigkeit des Werkstoffes sich nicht nur eine [Ein]schnürung wie bei Eisen ausbildet, sondern mehrere, [de]ren Zahl und Größe von Zufälligkeiten abhängt. Bei dem [un]gleichmäßigeren Eisen scheint von vornherein ein [Quer]schnitt für die Ausbildung der Einschnürung bevorzugt [zu sein,] hierdurch die Streuung in den Dehnungswerten gering[er zu] sein. Die schädliche Wirkung schlechter Bearbeitung a[uf] die Dehnung wurde bestätigt. Die Abhängigkeit der [Deh]nung von der Meßlänge zeigt Abb. 8.

Die Größe der Querschnittverminderung ist ganz [all]gemein bei viereckigen Stäben geringer als bei runden, u[nd] zwar ist der Unterschied um so größer, je breiter d[ie] Stäbe im Vergleich zur Dicke sind. Wegen der sta[rken] Querschnittverzerrung nach Beginn der Einschnürung b[is] zum Bruch ist eine genaue Messung des Bruchquersch[nit]t[s] nicht möglich, besonders auch aus dem Grunde, weil d[ie] Breite gegenüber der Dicke in der Verformung bis [zum] Bruch stark zurückbleibt und die ausschlaggebende G[röße] der Dicke für die richtige Berechnung des Bruchquerschn[it]tes nicht einwandfrei meßbar ist. Es ist aber gefunden wo[rden,] daß die Querschnittverminderung von Flachstäben [im] Bruch dann der an Rundstäben aus gleichem Werkstof[f am] nächsten kommt, wenn der Bruchquerschnitt aus Breite [und] kleinster Dicke (in der Mitte der Querschnittkante [am] Bruch gemessen) berechnet wird, Abb. 9 und 10.

)iese Annäherungsrechnung scheint insofern auch be-
:gt, als dadurch die Querschnittverminderung der am
sten gereckten Querschnittsteile erfaßt wird. Auch bei
nmung der wahren Zugkurve führt die Benutzung des
ıäherten Querschnittes (Breite mal kleinster Dicke) für
erechnung der wahren Spannung aus Belastung und je-
vorhandenem Querschnitt zu Ergebnissen, die denen
.undstabes am nächsten kommen.
)ie Untersuchung zeigt also, daß bei der üblichen Art
Iessung die Dehnung eines Werkstoffes nicht nennens-
davon beeinflußt ist, ob man Rund- oder Flachstäbe
endet, wenn das Verhältnis Breite zu Dicke in den
hen Grenzen (bis etwa 5 : 1) bleibt. Für die Messung
Querschnittverminderung scheint das vorgeschlagene
ıhren empfehlenswert, da hierdurch die beste Überein-
nung zwischen den Werten, die an Flach- und Rund-
ın ermitelt sind, erreicht wird. [M 509]
ırlin-Dahlem Fiek

e Bedeutung des Gußgefüges für die Eigenschaften von Kupfer[1])

O. Bauer und G. Sachs gehen in ihrer Arbeit, deren
lt kurz von den Verfassern durch den Untertitel „Einige
piele für Fehlstellen im verarbeiteten Kupfer" zusam-
ɡefaßt ist, von dem sehr beherzigenswerten Grundsatz
daß es im wesentlichen die Beschaffenheit des Gusses
des Rohblockes ist, die sein Verhalten beim weiteren
rbeiten durch Warmwalzen oder -pressen usw. bestimmt.
ɔemerken jedoch gleich von vornherein, daß es trotz
eicher Untersuchungen nicht immer möglich ist, die
liche Ursache eines bestimmten Fehlers zweifelsfrei an-
ɔen. Man muß hierbei bedenken, daß viele Fehler erst
ən letzten Stufen der Verarbeitung, oft sogar erst im
auch zutage treten, so daß leicht die Meinung aufkom-
kann, daß die Schäden lediglich durch Fehler in der
rbeitung verursacht werden. An einigen praktischen
ɔielen wird nun gezeigt, wie das Gußgefüge, und zwar
mangelhaftes Gußgefüge einen maßgebenden Einfluß
bt. Die Ursache kann in drei kennzeichnenden Eigen-
ten des Gußstückes gesucht werden, im Gußgefüge, in
r Dichtigkeit oder in seiner chemischen Zusammen-
ng.
Aus dem Abschnitt über das Gußgefüge ist hervorzu-
ı, daß das grobstrahlige Gefüge, wie es sich z. B. bei
schnellem Abkühlen mit starkem Temperaturgefälle
chen Außen- und Innentemperatur ausbildet, doch nicht
er für die besonders in den letzten Jahren aufgetretenen
rbeitungsschwierigkeiten, z. B. beim Drahtwalzen aus
tbarren, verantwortlich gemacht werden kann; haben
doch oft schon Barren mit derartig grobem Gefüge an-
llos verwalzen lassen. Es müssen noch unbekannte
eiterscheinungen des grobstrahligen Gefüges hier mit-
en. Im allgemeinen soll ein zu schnelles Abkühlen ver-
en werden. Der Erfolg der wassergekühlten Kokille
sich wohl dadurch erklären, daß der beim ersten schnel-
Abkühlen sich bildende Luftspalt zwischen Block und
llenwand eine langsame Abkühlung mit technologisch
voll ausgebildetem Gefüge des Gußblockes gewährleistet.
Sehr viel mannigfaltiger sind die Fehlstellen, die auf
Undichtigkeit des Blockes zurückzuführen sind. Bei-
e zeigen, wie die Blasen in dem Fertigstück sich zu
gestreckten Hohlräumen ausgebildet haben, die oft erst
Zerreißversuch oder beim praktischen Gebrauch sicht-
werden. Sogenannte Schieferstellen auf Blechen oder
gedrückten oder gezogenen Blechteilen lassen erkennen,
notwendig es ist, die Ursachen solcher Fehler zu ver-
en. Meist ist Überhitzung während des Gusses mit er-
er Gasaufnahme schuld. Die Gase entweichen wohl
tenteils beim Erstarren, teils werden sie aber auch bei
Erstarrung festgehalten und zeigen sich nach der Er-
ung in Form von Bläschen. Es kann aber auch die beim
en mitgerissene Luft sein, die nachher beim erstarrten
sich in Bläschenform wiederfindet. Es ist sogar in
en Fällen möglich, durch metallographische Unter-
ungen festzustellen, ob die Bläschen von Gasen her-
en, die beim Raffinierprozeß aufgenommen worden sind,
ob es Bläschen sind, die nach der zweiten geschilderten
entstanden sind.
Am häufigsten jedoch lassen sich Fehlstellen auf zu
n Oxydulgehalt zurückführen. Als normaler Sauerstoff-
lt wird 0,06 bis 0,08 vH angegeben. Bei einem solchen
Gehalt an Sauerstoff ist das Kupfer nicht überpolt, ein Zu-
stand, der leicht gegen Ende des Reduktionsabschnittes ein-
treten kann und dessen Begleiterscheinungen meist sehr un-
erwünschter Natur sind. So neigt ein überpoltes Kupfer zur
Aufnahme von Gasen, z. B. von Wasserstoff oder schwefliger
Säure. Die metallischen Verunreinigungen gehen Mischkristall-
bildungen ein. Die Leitfähigkeit wird infolgedessen stark
herabgesetzt. Vor allem soll allzu große Sauerstoffanreiche-
rung an der Oberfläche vermieden werden. Meist wird die
an Sauerstoff angereicherte Oberfläche entfernt, besonders
dann, wenn hochwertige Ware verlangt wird. Ein hoher
Sauerstoffgehalt macht sich ferner besonders beim Glühen
in reduzierender Atmosphäre schädlich bemerkbar. Bei
handelsüblichem Kupferdraht genügt bereits vierstündiges
Glühen bei 700 ° in Leuchtgas, um den Draht vollkommen
brüchig zu machen. Zahlreiche Mikro-Aufnahmen und Ab-
bildungen in Naturgröße von Erzeugnissen weisen die Er-
scheinungsform derartiger Fehler nach. Jedoch scheint bei
einigen Beispielen die Fehlstelle auf den Kupferoxydulgehalt
zurückgeführt zu sein, während anscheinend die so gedeute-
ten Einschlüsse Schlackeneinschlüsse sind, wie sie leicht
beim Pressen in die gepreßte Stange mit hineinfließen
können.

Der letzte Abschnitt des Aufsatzes behandelt das Gefüge
und die Festigkeitseigenschaften des verarbeiteten Kupfers.
Im engen Zusammenhang mit diesem Teil steht eine Arbeit
von v. Göler und G. Sachs (Walz- und Rekristallisa-
tions-Textur regulär flächenzentrierter Metalle)[2]). Diese
Untersuchung trägt wesentlich zum Zusammenhang zwischen
Gefüge und Festigkeitseigenschaften bei. Es wird gezeigt,
wie ein geordnetes Gefüge im rekristallisierten Metall ent-
steht. Unter geordnetem Gefüge sei verstanden, daß das
Raumgitter der Metallkristalle sich beim Glühen in eine
ganz bestimmte Lage einstellt, und zwar kann man diese
Ordnung dadurch erreichen, daß man ein Kupferblech von
Anfang an nur in einer Richtung auswalzt und ausglüht.
Ein ungeordnetes Gefüge, bei dem die Raumgitter der Einzel-
kristalle fast regellos gerichtet sind, wird dadurch erreicht,
daß man ein in den verschiedensten Richtungen stark kalt-
gewalztes Blech ausglüht.

Die im ersten Fall gleichgerichtete Lagerung der Kri-
stalle und die im zweiten Fall regellos gelagerten
Kristalle wirken sich auch entsprechend den Befunden bei
Einkristallen in den Festigkeitseigenschaften aus. So beträgt
z. B. die Festigkeit bei nur in einer Richtung gewalzten
Kupferblechen, unabhängig von der Zerreißrichtung, nach
der Glühung etwa 21,5 kg/mm². Die Dehnung jedoch ist ver-
schiedenartig je nach dem Winkel, in dem zur Walzrichtung
zerrissen wird. Bei 0 ° beträgt die Dehnung 33,4 vH, bei
45 ° 54 vH, bei 90 ° 32,7 vH.

Wird ein Blech jedoch in verschiedenen Richtungen ge-
walzt (in vorliegendem Beispiel wurde das Blech nach jedem
Stich um 22,5 ° verdreht), so stellt sich nach dem Glühen
eine Festigkeit von 24,5 kg/mm² bei einer Dehnung von
37,5 vH ein, und zwar sind die Zahlen in diesem Fall
unabhängig von der Zerreißrichtung. Der zu den Versuchen
benutzte Werkstoff war handelsübliches Elektrolytkupfer mit
einem Reinheitsgrad von über 99,9 vH. Ähnlich wie die
Festigkeitseigenschaften ist auch die Tiefziehfähigkeit, wie
sie im Erichsen-Gerät gemessen wird, von der Kristallanord-
nung abhängig. Das in mehreren Richtungen gewalzte, so-
dann geglühte Blech von 0,38 mm Dicke ließ sich auf 14 mm
tiefziehen, während bei dem einseitig gewalzten Blech nur
eine Hütchenhöhe von 10 mm (der normale Erichsen-Wert)
erzeugt werden konnte. Es prägt sich sogar, was den engen
Zusammenhang der Tiefung mit der Dehnung aufdeckt, beim
einseitig gewalzten Blech die in den Dehnungszahlen bevor-
zugte 45 °-Richtung aus; denn das Hütchen reißt stets zuerst
in der Walzrichtung oder senkrecht dazu auf. Dieser Be-
fund ist für die Technik von weittragender Bedeutung. So
zeigen z. B. technische Walzbänder mit geordnetem Gefüge
(also einseitig gewalzt) 23,9 kg/mm² Festigkeit bei 30 vH
Dehnung gegenüber 26 kg/mm² Festigkeit und 39 vH Deh-
nung bei ungeordnetem Gefüge, wie es beim Glühen nach
mehrfach gewechselter Walzrichtung sich einstellt. Sehr
wertvolle Dienste leistet bei der Erkennung eines ungeord-
neten oder eines geordneten Gefüges die Untersuchung mit-
tels Röntgenstrahlen. Hiervon werden zahlreiche Röntgen-
aufnahmen gezeigt, die deutlich die erwähnten Unterschiede
aufweisen. [N 476]
Osnabrück. Hanser.

[1]) „Metall und Erz" Bd. 24 (N. F. XV) (1927) S. 154.

[2]) „Zeitschrift für Physik" Bd. 41 (1927) S. 889.

Kleine Mitteilungen

Schwere 1 E-Lokomotive der Western Maryland-Bahn

Zwanzig sehr schwere 1 E-Lokomotiven mit dem höchsten bisher in Amerika angewendeten Achsdruck von 35 t, also mit 175 t Reibungsgewicht, hat die Western Maryland-Bahn bei den Baldwin-Werken bauen lassen und kürzlich in Dienst gestellt. Auch die andern Abmessungen sind in gleichem Maße bemerkenswert:

Das Triebwerk (762/811/1549 mm) ergibt, mit dem Beiwert 0,85 gerechnet, 40 820 kg größte Zugkraft. Es betragen: die Rostfläche $3350 \times 2896 = 9{,}7\ m^2$, die Heizfläche (einschließlich Überhitzer) 527 m², der Kesseldurchmesser 2647 mm und das Dienstgewicht 190 t. Der sechsachsige Tender faßt 83 m³ Wasser und 30 t Kohle, ist somit der größte amerikanische Lokomotivtender. Er allein wiegt dienstfähig 188 t, also beinahe ebensoviel wie die Lokomotive

Erleichtert wurde der Bau so schwerer Lokomotiven durch das große Lichtraummaß der Western Maryland-Bahn, das für Lokomotiven eine Höhe von 4927 mm und eine Breite von 3404 mm gestattete, gegenüber 4650 und 3150 mm bei der Deutschen Reichsbahn. („Railway and Locomotiv-Engineering" Juli 1927 S. 15) [N 707 a] M.

Englisches Ganzmetall-Flugboot

Für das Air Ministry ist von der Firma Short Brothers, Ltd., Rochester, ein Ganzmetall-Flugboot fertiggestellt worden, das zur Zeit für England das größte dieser Bauart ist. Das Flugboot, genannt „Singapore", ein Doppeldecker, ist in den hauptsächlichsten Teilen aus Duralumin hergestellt. Für besonders beanspruchte Teile hat man nichtrostenden Stahl verwendet. Die Flächen jedoch sind mit Leinewand bespannt. Die Antriebleistung liefern zwei wassergekühlte 650 PS-Condor-Rolls-Royce-Motoren, die in den mittleren Streben der Tragflächen eingebaut sind. („The Engineer" 29. Juni 1927 S. 131*) [N 707 b] Gw.

Energievorräte und Energieausnutzung

Die Kohlenförderung der Welt beträgt augenblicklich etwa 1300 bis 1350 Mill. t; hiervon kommen auf Steinkohlen und Anthrazit rd. 1170 Mill. t, auf Braunkohlen und geringwertige Brennstoffe 160 Mill. t. Auf mittlere Steinkohle umgerechnet, erhält man insgesamt rd. 1235 Mill. t. In den Vereinigten Staaten werden etwa 600, in Großbritannien 270, in Deutschland 190 und in allen übrigen Ländern 170 Mill. t gefördert. Der bei weitem größte Teil der geförderten Kohlenmengen, rd. 780 Mill. t, wird zur unmittelbaren Krafterzeugung in öffentlichen und industriellen Werken sowie für die Verkehrsmittel verbraucht; dazu kommen 193 Mill. t für den Hausbrand, 160 Mill. t für Kokserzeugung, 50 Mill. t für industrielle Heizanlagen und 40 Mill. t für Gaserzeugung.

Die Ölförderung beträgt zur Zeit rd. 150 Mill. t, von denen etwa 60 Mill. t für Heizung und Beleuchtung, 30 Mill. t zur unmittelbaren Krafterzeugung in Verbrennungskraftmaschinen, 50 Mill. t zur Feuerung von Kesseln und industriellen Öfen, der Rest für andre Zwecke, vor allem zur Schmierung, Verwendung findet.

An Erdgas werden jährlich rd. 34 000 Mill. m³ gewonnen, von denen im Haushalt rd. 25 vH, der Rest in der Industrie verbraucht wird.

Die ausnutzbaren Wasserkräfte werden zu insge 453 Mill. PS geschätzt, von denen bisher aber nur rd. ausgenutzt werden.

Der jährliche Energieverbrauch der Welt beläuft auf ungefähr 790 Milliarden kWh; von diesen werden 400 durch feste Brennstoffe, 255 durch flüssige und förmige Brennstoffe und 155 durch Wasser erzeugt. („Iron and Coal Trades Review" 29. Juli 1927 S. 168) [N 707 c]

Eine neue Höchstdruck-Dampfanla in Schweden

In Schweden ist kürzlich das Cottland Kraftwer Betrieb genommen worden, das zur Zeit mit 28 at Betr druck arbeitet, aber mit ganz geringen, ohne Betriebst gen durchzuführenden Änderungen auf 56 at umgestellt den kann. Bei diesem Druck beträgt die Leistung 560 Der Dampf wird in zwei Hochdruckkesseln von je 2 wasserberührter Heizfläche erzeugt, in zwei Überhitzer rd. 400° überhitzt und in einer Hochdruckturbine auf entspannt; dann erhitzt man wiederum auf 400° und lä einer Niederdruckturbine auf Kondensatordruck expandi Die Abnahmeversuche bei 28 at Betriebsdruck ergabe Verwendung minderwertiger Kohle (rd. 3400 kcal/kg o Heizwert) 6500 kcal/kWh bei geringer Belastung 4300 kcal/kWh bei Vollast. („Power" 19. Juli 1927 S [N 707 d]

Versuche an Luftschaltern mit stark Wechselströmen

Die Commonwealth Edison Co., Chikago, hat vers dene dreiphasige Luftschalter für 440 V Drehstrom u sucht, indem sie mit den Schaltern außerordentlich s Wechselströme abschaltete. Den Prüfstrom lieferten Dynamos für je 50 000 kW Leistung bei 60 Per./s, übe dreiphasige Transformatoren für je 600 kVA und drei phasige Transformatoren für je 833 kVA parallel gesch die die Spannung von 12 000 V auf 440 V herabsetzten. Oberspannungsleitungen der Transformatoren konnten den Sammelschienen getrennt werden, so daß man ein liebige Anzahl der Transformatoren für die einzelnen suche benutzen konnte. Auf der Niederspannungseite w die Transformatoren durch je ein Dreileiter-Bleikabel den Prüfsammelschienen verbunden, von denen zu jedem des geprüften Schalters zwei kurze, biegsame Leitungen rd. 500 mm² Querschnitt führten. Die geprüften Scha waren normale Schalttafelgeräte für Handbetätigung besondere Vorrichtungen zur Begrenzung des Lichtbog die oberen Kontaktstücke waren an die Zuleitung geschlossen, die unteren waren kurzgeschlossen oder einem in Stern geschalteten Eisenwiderstand verbunden, dem jeder Zweig 0,0051 Ω Widerstand hatte. Es wurden schiedene Versuche gemacht mit Strömen bis zu 42 6 bei einem Schalter für 400 A, bis zu 80 500 A bei ei Schalter für 500 A und bis zu 98 900 A bei einem Scha für 2000 A. Die Beschädigungen der Schalter an den st führenden Teilen waren auch bei diesen Beanspruchu so gering, daß sie ohne wesentliche Schwierigkeiten gebessert werden konnten. („Electrical World" 16. 1927 S. 109) [N 707 e] P

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausgeg. von F. Auerbach und W. Hort. Leipzig 1927, Joh. Ambros. Barth. 1. Bd. 1. Lfg.: 306 S. m. 120 Abb. Preis 30 *M*. 3. Bd. 468 S. m. 198 Abb. Preis 42,50 *M*.

Der erste Teil des Buches enthält eine ausgiebige Darstellung des Systems der Grundbegriffe, worunter auch die Einheiten verstanden werden, von F. Auerbach. Als Anhang dieses Teiles sind Zahlentabellen (Atom- und Molekulargewichte, Dichten usw.), die manchem willkommen sein werden. Auf S. 8 ist leider die Wellenlänge der roten Kadmiumlinie, der Normale 1. Ordnung, falsch angegeben, auch ist weder Druck noch Temperatur der Luft genannt. Im übrigen scheint es der alte Wert von Michelson aus dem Jahre 1892 zu sein. Der heute allein benutzte und maßgebende Wellenlängenwert aus dem Meteranschluß von Fabry und Perot von 1907 (Trav. et Mem. Bd. 15, 1913) ist dem Verfasser anscheinend unbekannt, da die Literatur nur bis 1901 angeführt wird.

Es folgt eine Reihe von Aufsätzen von W. Block Meßtechnik und Messen nach Einzelgebieten, in bre etwas oberflächlicher und lückenhafter Darstellung mit schönen Abbildungen und sparsamer Literaturang Immerhin zeigen sie, wie außerordentlich hoch heute Präzision der technischen Messungen steht. In Einzelhe ist die Darstellung über den Grund des Aneinanderhaf zweier Endmaßflächen (S. 145, 4) unzutreffend. Das Ha beruht im wesentlichen auf der molekularen Kohäsion Stahls oder bei schlechten Flächen des Zwischenmit Außerdem spielt auch der Luftdruck eine Rolle. Ferne (S. 214, 9 a) zu fragen: Was hat das Aräometer nach zentgehalten mit der Dichteeinheit des Wassers zu tun? ließen sich noch einige solche Bemerkungen machen.

Eine vortreffliche Darstellung der Potentialtheorie Arthur Korn und eine rechnerische Behandlung ein kennzeichnenden Fälle des Potentials bilden den Schluß Bandes. [E 456] W. Köster

ıetrie und Maßbestimmung der Kulissensteuerungen. n R. Graßmann. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius ringer. 140 S. m. 148 Abb. Preis 13,50 *M.*

)as Buch bietet verschiedene beachtliche, als Fort-tt anzusprechende Abweichungen von seitherigen Ge-enheiten. Bahnbrechend ist die Maßbestimmung der ·en Steuerung, bei der sich Graßmann von der bis dahin hen Verwendung von Verhältniszahlen freigemacht Er entwickelt die innere Steuerung auf Grund von pfdruck-Schaulinien und bestimmt ihre Maße in Ab-igkeit vom Produkt: Kolbengeschwindigkeit mal Kol-uerschnitt, berücksichtigt also die Zusammenhänge :hen innerer Steuerung, Füllung, Drehzahl und Zylin-rößе und vermeidet damit die Zufälligkeiten, denen ein ›rungsentwurf nach den bisherigen Berechnungsweisen esetzt war. Die Bemessung der inneren Steuerung Graßmann hat seit dem Erscheinen der ersten Auflage Werkes weitgehende Verbreitung gefunden.

Das Buch kann nicht nur den Studierenden, für die es cht ist, sondern auch allen Fachleuten, die sich mit erungen eingehend beschäftigen wollen oder müssen, n empfohlen werden.

605] Metzeltin

elektrischen Einrichtungen für den Eigenbedarf großer ·aftwerke. Von Friedrich Titze. Berlin 1927, Julius ringer. 160 S. m. 89 Abb. Preis 12 *M.*

Für Kraftwerke steht die Forderung der Betriebssicher-an erster, die der Wirtschaftlichkeit an zweiter Stelle. diesem Gesichtspunkt behandelt der Verfasser das e Gebiet der Eigenversorgung großer Dampf- und ıerkraftwerke, von deren störungsfreiem Betrieb in der ›tsache Betriebsbereitschaft und Betriebsicherheit ab-en. Der erste Teil des Buches bringt die Erzeugung, ›rmung und Verteilung des Eigenbedarfs. Der zweite gewährt eine umfangreiche Übersicht über Eigenart, lung und Zweckmäßigkeit der Antriebmotoren. Der ıß behandelt die elektrischen Einrichtungen im Kessel-und Kondensationsanlage unter genügender Berück-igung der in den letzten Jahren entwickelten Kohlen-ıfeuerung. Das Buch bietet dem entwerfenden Ingenieur dem Betriebsmann einen vollständigen Einblick in die kmäßige Anordnung und Schaltung der elektrischen anlagen großer Kraftwerke. [E 608] Zn.

alten von raschlaufenden Gegendruckturbinen bei Dreh-ıländerungen. Von Kurt Mauritz. München und rlin 1927, R. Oldenbourg. 42 S. m. 31 Abb. Preis 4,50 *M.*

Seitdem man dazu übergegangen ist, raschlaufende Tur-kleinerer Leistung zu bauen und die Turbine auch als iebmaschine für Fahrzeuge, namentlich für Lokomo-, zu verwenden, sah sich der Turbinenbau vor neue aben gestellt. Vor allem der Einfluß weitgehender zahländerungen auf Drehmoment, Leistung und Wir-sgrad, die im Lokomotivbetrieb unvermeidlich sind, hat ie weitere Entwicklung dieses Sondergebietes große Be-ıng. Es ist daher zu begrüßen, daß der Verfasser, ıd auf den Arbeiten von Gramberg und Eisner, Verhalten raschlaufender Gegendruckturbinen bei Dreh-änderungen (zwischen 0 und 7500 Uml./min) eingehend sucht und dem Konstrukteur damit wichtige Unter-ı in die Hand gegeben hat.

In der vorliegenden Schrift sind die Versuchsanordnung, Versuchsausführung und die Versuchsergebnisse behan-zum Schluß werden die durch den Versuch erhaltenen nisse hinsichtlich Leistung und Verlusten auch rech-ch nachgeprüft. Die Versuche und Rechnungen er-ı, daß auch bei sehr hohen Drehzahlen keine Sonder-ste im Dampfteil auftraten, daß sich dagegen mit zu-ender Drehzahl die mechanischen Verluste sehr stark rn. Der textliche Teil ist durch zahlreiche graphische n, Zeichnungen und Zahlentafeln gut ergänzt.

[596] Pt.

ıstähle des Welthandels. Von Albert Müller-Hauff ı Karl Stein. Düsseldorf 1927, Verlag Stahleisen. S. m. 55 Abb. Preis 9 *M.*

Die Verfasser wenden sich im Vorwort an alle, die Automobilstählen zu arbeiten haben. Diesen soll das eine Übersicht über die Art, die Behandlung und endung aller im Kraftwagenbau gebräuchlichen Stahl-ı geben. Das Buch ist leicht faßlich geschrieben, da ch dem strebsamen Arbeiter und dem Mann an der bank Aufschlüsse geben soll.

Die einzelnen Kapitel besprechen die Werkstoffprüfung, lographie und Herstellung der Automobilstähle in n Zügen. Ein besonderer Abschnitt beschreibt einzelne sorten, die besonders hervorgehoben sind, die Einsatz-ergütungsstähle, die Kugellagerstähle, die Ventilstähle, Federstähle, Magnetstähle und die rostfreien Stähle. Zuletzt geben die Verfasser einen Überblick über den Stand der Normung.

Das vorliegende Buch enthält eine Menge wertvoller praktischer Winke. In einzelnen Fällen könnte die Einteilung der Unterabschnitte (Härten, Vergüten, Glühen usw.) etwas übersichtlicher gestaltet werden. Dieses gilt z. B. für den Abschnitt Einsatz- und Vergütungsstähle. An einzelnen Stellen sind Ergänzungen am Platze, so z. B. im Abschnitt Einsetzen ein Hinweis auf den Einfluß der Abkühlgeschwindigkeit auf die Korngröße, ferner ein Hinweis auf die Zusammenhänge zwischen der Ausbildung des Zementitnetzwerkes und der Reinheit eines Stahles (Ehnsche Probe). Die verlängerte Anlaßdauer (S. 130) hat nur einen beschränkten Erfolg, da einmal ein für die Anlaßtemperatur gegebener Gleichgewichtzustand eintreten muß.

Das kleine Werk stellt eine Fülle von Tatsachen zusammen, die bis heute im Schrifttum sehr zerstreut zu lesen waren. Es gestattet vor allem einen schnellen Überblick über die wichtigsten im Bau von Kraftwagen zu verwendenden Stahlsorten, ihre zweckmäßige Behandlung und Verwendung. Insbesondere dem Konstrukteur, dem Werkstattleiter und dem Werkstoffprüfer der Kraftwagenfabrik kann das Studium des Buches warm empfohlen werden.

[E 602] W. Oertel

Der elastisch drehbar gestützte Durchlaufbalken. Von H. Craemer. Berlin 1927, Julius Springer. 28 S. mit 7 Abb. Preis 5,10 *M.*

Unter den vorliegenden Werken über die statischen Eigenschaften der durchlaufenden Balken ist das Buch als eine Ergänzung wohl zu beachten. Es wird heute in der Praxis des Eisenbeton- und Eisenbaues noch allgemein mit den sogenannten „Winklerschen Zahlen“ gearbeitet; die oft sehr großen Einflüsse der mit dem Balken rahmenartig verbundenen Auflagerstützen bleiben vernachlässigt. Dadurch ist die Bemessung der Balkenquerschnitte gewöhnlich zu ungünstig, während die Stützen oft viel zu schwach ausgebildet werden. Es ist nun auf Grund der in dem Werk enthaltenen Tafeln die Möglichkeit gegeben, die Einflußlinien für die Momente der Feldmitten, der Balkenquerschnitte dicht neben den Stützen sowie für die Größtmomente der Stützen zu bestimmen; ebenso sind die Größtwerte für die Feld- und Stützenmomente aufgestellt, entsprechend den bekannten Winklerschen Zahlen. Allerdings sind die Tafeln insofern nicht ohne weiteres verwendbar, als sie ein bestimmtes, für das gesamte Tragwerk unveränderliches Einspannungsmaß bedingen. Bei den Tafeln für die Größtwerte war sogar die Annahme gleicher Feldweiten notwendig. Bei Benutzung der Tafeln ist demnach Vorsicht geboten; sind jedoch die der Aufstellung der Werte entsprechenden Grundbedingungen auch nur annähernd erfüllt, so ist besonders für die im Eisenbetonbau sehr häufigen durchlaufenden Rahmenkonstruktionen wie auch Stockwerkrahmen und Pilzdecken die genaue statische Untersuchung mit Hilfe der Craemerschen Tabellenwerte zu empfehlen.

[E 606] F. C.

Mechanische Schwingungen und ihre Messung. Von Geiger. Berlin 1927, Julius Springer. 305 S. m. 290 Abb. Preis 24 *M.*

Auf dem Wege über eine außerordentlich belehrende Einführung und klar entwickelte Theorie der verschiedenen Schwingungserscheinungen gelangt der Leser zur theoretischen Behandlung und Besprechung einer Reihe von Schwingungsaufgaben der Praxis, unter denen besonders die folgenden hervorgehoben seien: Schwingungen und Pendelungen bei Schiffen, Reglern, Kurbelgetrieben, Biegungsschwingungen von Wellen, Schaufeln und Fundamenten von Dampfturbinen.

Großer Wert ist auf die möglichst eingehende Besprechung der gebräuchlichsten Meßgeräte gelegt und auf die Theorie ihres Verhaltens in schwingungstechnischer Beziehung (Beschleunigungsmesser, Vibrograph, Tachometer, Indikator, Torsionsindikator, Torsiograph, Tachograph usw.).

Die letzten 60 Seiten enthalten eine Fülle von Richtlinien für die praktische Untersuchung von Schwingungen und für die Abhilfsmaßnahmen, wobei der letzte Abschnitt gekennzeichnet ist durch das Motto: „Vorbeugen ist besser als heilen“. Von Interesse ist auch das Kapitel über die Ausnutzung mechanischer Schwingungen in Arbeits- und Kraftmaschinen.

Das Werk ist mit pädagogischem Geschick und fesselnd geschrieben und bildet eine Bereicherung der geringen Literatur auf diesem Gebiet. Es stellt eine Ergänzung der „Technischen Schwingungslehre“ von Hort nach der prak-

tischen Seite hin dar. Sein Erscheinen muß von all denen begrüßt werden, die mit Schwingungsfragen zu tun haben; denn sie finden eine große Reihe von Erklärungen für die oft sehr verwickelten Erscheinungen auf diesem Sondergebiete der Schalltechnik und erhalten wertvolle Anregungen bei der Behandlung schwingungstechnischer Aufgaben. [E 610] Reiher

Handbuch für Bauingenieure, 3. T., 1. Bd.: **Der Grundbau.** Von O. Franzius. Berlin 1927, Julius Springer. 359 S. m. 389 Abb. Preis 28,50 *M.*

Als Unterabteilung der „Handbibliothek für Bauingenieure", des, soweit es erschienen, von der Fachwelt begrüßten „Nachschlagebuches für Studium und Praxis", baut das Werk auf praktischen Erfahrungen auf, die in umfangreicher und vielseitiger Bauunternehmertätigkeit gewonnen sind, und will vor allem den Bedürfnissen des praktischen Ingenieurs dienen. Die knappe und doch alles wesentliche in klarer Gliederung und ansprechender Form bringende Darstellung macht das Buch zweifellos dazu besonders geeignet. Der Inhalt ist in zehn Teile gegliedert: maßgebende Gesichtspunkte für die Ausbildung und Ausführungsweise der Grundwerke, Einzelheiten der Grundwerke, Beschreibung der verschiedenen Gründungsarten, unmittelbare Gründungen im Trocknen und unter Wasser, Hohlkörpergründungen, Pfahlgründungen, Druckluftgründungen, Gefriergründungen und Baumaschinen. Es sei daraus besonders auf die Betrachtungen im ersten Teil über den Baugrund und den Bodendruck hingewiesen, die, gestützt auf eigene Versuche im Erddrucklaboratorium, bei der zunehmenden Erkenntnis, daß der Ingenieur auf diesem Gebiete noch viel zu sehr im Dunkeln tappt, weitreichende Beachtung finden werden. Ferner seien die Ausführungen im zweiten Teil über die Betonbereitung, die Trockenlegung der Baugrube, insbesondere die Grundwasserabsenkung, die Druckluftgründung, auf die leider hier wie auf vieles andere Wertvolle nicht näher eingegangen werden kann, hervorgehoben.

Das angeführte wertvolle Literaturverzeichnis ist ziemlich vollständig und bietet dem sich eingehend mit den Aufgaben Beschäftigenden willkommene Möglichkeiten, an den Quellen zu forschen. [E 621] Busch

Ausführliche Auszüge der Vorträge, gehalten auf der **Schwingungs-Tagung** am 25. und 26. März 1927 in Braunschweig. Herausgeg. vom wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure. Berlin 1927, VDI-Verlag. 15 S. m. versch. Abb. Preis 1,25 *M.*

Aus dem Inhalt: Mechanische Schwingungen als Forschungsgebiet — Geschichtliche Entwicklung der Meßverfahren und Stand der Versuche in Deutschland — Ergebnisse der Versuche an der Hochfrequenzmaschine — Dämpfungsuntersuchung von Materialien — Abhängigkeit der Materialdämpfung von der Frequenz — Gefahren der Schwingungsbeanspruchung für den Werkstoff — Atomare Theorie der Festigkeitseigenschaften — Fundamentschwingungen — Gegenwuchtmaschine zur Beseitigung von Fundamentschwingungen — Verdrehungsausschwingmaschine zur Bestimmung von Baustoffdämpfung — Bedeutung mechanischer Schwingungen für einen bestimmten Fall der Hochfrequenztechnik — Kritik der bekannten Schwingungsmeßverfahren — Forschungsaufgaben der Raumakustik — Durchlässigkeit von Luftschall und einige Fragen der Raumakustik — Neuere Schallmeßverfahren.

Die Kondensatwirtschaft bei Dampfkraft-Landanlage Grenzgebiet der Wärmetechnik. Von Hans Bal München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 219 135 Abb. Preis 11,50 *M.*

Aus dem Inhalt: Mischkondensation — Oberflä kondensation — Dauernde Reinhaltung der Kühlfläch Oberflächenkondensatoren — Erzeugung des Zusatzs wassers für Hoch- und Höchstdruckkessel aus der Abw von Oberflächen-Kondensationsanlagen — Wege zur C tisierung des Dampfkraftprozesses — Der günstigste S wasserkreislauf bei Dampfkraftanlagen — Verschi Möglichkeiten der Abwärmeverwertung bei Kondensa anlagen.

Handbuch der anorganischen Chemie. 4. Bd., 1. 1. Hälfte: Die Elemente der sechsten Gruppe des dischen Systems. Herausgeg. von Fr. Auerbach I. Koppel. Leipzig 1927, S. Hirzel. 966 S. m. 61 Preis 64 *M.*

Aus dem Inhalt: Atomgewicht — Sauerstoff — Oz Schwefel und seine Verbindungen — Kolloidchemi Schwefels — Atomgewicht von Selen — Selen und Verbindungen — Kolloidchemie des Selens — Atomge von Tellur — Tellur und seine Verbindungen — Ko chemie des Tellurs — Polonium.

Schweizerischer Verein von Dampfkessel-Besitzern, 58. resbericht 1926. St. Gallen 1927, Zollikofer & Cie. m. Abb. Preis 7 Schw. Fr.

Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. 1. Bd. Ernst Reulinger und M. Gerbel. Berlin und 1927, Julius Springer. 264 S. m. 109 Abb. Preis 16,

Der Kranbau. Ergänzungsband zur 2. Aufl. Bearbeite R. Dub. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Zie S. 513 bis 765 m. Abb. 623 bis 762. Preis 16 *M.*

Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. B. Schwaiger. Berlin 1927, Julius Springer. 1 m. 53 Abb. Preis 9 *M.*

Fließarbeit in der Abrechnung der Betriebs- und Haupt haltung. Erl. v. Hermann Reisberg. Stuttgart Taylorix Organisation G. m. b. H. 16 S. Preis 1,

Costruzioni elettromeccaniche. Von E. Morelli. V Sez. 2 a. — Applicazioni ellettromeccaniche, Torino Unione Tip.-Editrice Torinese. S. 1233 bis 1408 m. 1281 bis 1440. Preis 30 L.

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O. He 2. Bd. 1. T.: Die Spinnerei. Von A. Lüdicke. B 1927, Julius Springer. 268 S. m. 440 Abb. Preis 28

Die Preisermittlung der Zimmererarbeiten und ihre nisch-kaufmännischen Grundlagen. Von Hugo Bi neck. Wien 1927, Julius Springer. 87 S. m. 51 Preis 4,80 *M.*

Lebende Bücher: **Mathematische Hilfsmittel für Techn** Formeln und andere Gesetzmäßigkeiten der Differe und Integral-Rechnung. Von A. Deckert u. E. Rot Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Zimsen. 254 54 Zeichn. Preis 7,50 *M.*

Lebende Bücher: **Mathematische Hilfsmittel für Techn** Formeln und andere Gesetzmäßigkeiten der analyti Geometrie. Von A. Deckert u. E. Rother. We berg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. 128 S. m. 20 Zeich Preis 4,50 *M.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 20. AUGUST 1927 NR. 34

Selbsttätige Feuerungsreglung

Von Th. Stein, Berlin

rgetragen in der Fachsitzung „Dampftechnik“ der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927

Beurteilung der zweckmäßigsten Betriebsweise nach den Kennlinien des Kessels. Notwendige Empfindlichkeit der Feuerungsregler. Anordnungen von Reglern für Luft und Kohle. Luftüberschußreglung durch Rauchgasprüfer. Betriebsergebnisse. Einfluß der Reglereinstellung auf die Speicherwirkung des Kesselwasserraumes. Zusammenarbeiten von Feuerungsreglern mit Wärme- und Gasspeichern. Gemeinsame Reglung von Hochdruck- und Niederdruck-Kesselanlagen. Reine Hochdruckanlagen mit Regelspeichern oder Schnellreglern. Reglung von Kraftmaschinen und Kesseln durch gemeinsame Hauptsteuerwerke.

len letzten zwei Jahren sind in Deutschland etwa Betriebe dazu übergegangen, Feuerungen selbsttig zu regeln und etwa 50 Dampfkessel mit ungsreglern auszurüsten. Dabei handelt es sich um Großkessel, die solche Regler brauchen, weil ie im Handbetrieb kaum mehr beherrschen könnte; hr war für die Einführung der selbsttätigen Re- das Bestreben maßgebend, schon bei kleinen ln bis zu 300 m² Heizfläche im Dauerbetrieb Wirgrade zu sichern, die sonst nur bei Paradeversuchen ht werden. Unter dem Zwang, Regler für kleine l zu schaffen, hat man die Bauarten der Regler weh vereinfacht und die Zahl der Regler sowie der elten Kesselteile beschränkt.

Verhalten der Kessel bei Teillasten

ber die zweckmäßigste Betriebsweise der geregelessel entscheiden Kennlinien für verschiedene Begen im Beharrungszustand, s. Abb. 1. Trägt den Kohlenverbrauch in Abhängigkeit von der ferzeugung auf (unter Umrechnung auf normalen einhalt des Dampfes und normalen Heizwert der), so erhält man mit großer Annäherung eine Linie, abgesehen von den Werten für Überlast, er nicht aufgenommen wurden. Bemerkenswert ist, ie Werte für beide Kessel vollkommen übereinstimund daß sich hier auch der Leerlaufbetrieb, der ganze Nacht lang durchgeführt wurde, genau in ennlinie einfügt. Das Kennzeichen der Kessel ist eerlaufverbrauch von 7,2 vH. Aus zahlreichen Ver- am Mannheimer Kessel ergaben sich ferner Stillerluste durch Anheizkohle und die nach Praeus[1]) bestimmte Einlaufkohle, die für je 1 h Still- 13,2 vH der bei Vollast verbrauchten Kohlenmenge t.

anach wäre es am zweckmäßigsten, bei Verwen- von Reglern alle Kessel parallel zu betreiben, statt ne Kessel stillzulegen, um den Stillstandverbrauch den geringeren Leerlaufverbrauch zu ersetzen[2]). Stillstandverbrauch läßt sich aber durch Vermin- g der inneren Auskühlung verringern; demgegensteigt der Kohlenverbrauch bei Leerlauf auf den inie *K'*, weil die Überhitzung *t* abnimmt, und wenn en dann eintretenden Mehrverbrauch der Maschinen mpf in Rechnung zieht, so kann der Leerlauf mehr n kosten als der Stillstand, also das Stillsetzen wirtlich erscheinen.

s ist aber noch eine dritte Betriebsart durchführbar. wie beim vorliegenden Kessel, der Leerlaufverh genau auf der Kennlinie, dann ist es am wirtschaftlichsten, bei sinkender Last einzelne Kessel auf Leerlauf zu bringen und die übrigen Kessel mit hoher Last und voller Überhitzung zu betreiben. Man kann auch die Belastung der Kessel auf einen Mindestwert begrenzen, wenn die Feuerung keinen eigentlichen Leerlaufbetrieb zuläßt oder wenn bei ganz kleinen Lasten die Kennlinie *K* von der Geraden nach oben ausbiegt. Während man die schädlichen Wirkungen der verminderten Überhitzung durch richtigen Betrieb der geregelten Kessel beseitigen kann, bringt man bei neuen Kesseln den Überhitzer näher an den Feuerraum heran, wobei man durch Hintereinanderschalten von Strahlungs- und Berührungsüberhitzern bei allen Belastungen praktisch gleichbleibende Überhitzung erzielt[3]).

Zweck der Feuerungsreglung ist, der im Beharrungszustand aufgenommenen Kennlinie *K* möglichst nahezukommen; das wird durch Ausschalten der groben und verspäteten Handeinstellung erreicht, deren Fehler besonders bei Teillast und Leerlauf stark ins Gewicht fallen. Es ist deshalb zweckmäßig, die erreichten Mittelwerte von Kohlenverbrauch und Dampferzeugung bei ungeregeltem und bei fortschreitendem selbsttätigen Betrieb fortlaufend in ein Schaubild einzutragen, um festzustellen, wie weit man sich den Verhältnissen bei Beharrungszustand genähert hat. Der Vergleich der Kesselwirkungsgrade gibt keinen genügenden Anhalt, da man daraus

Überhitzung am Kessel t (250–350 °C) — Kohlenverbrauch in v H d. Vollastverbrauches — Dampfverbrauch in v H des Vollastverbrauches
Kohlenverbrauch je Stunde Stillstand = 13,2 v H
Leerlaufkohlenverbrauch = 7,2 v H
⊕ Versuche im Großkraftwerk Mannheim
◉ „ „ „ Stettin
K' = Berichtigter Kohlenverbrauch bei Berücksichtigung des Mehrdampfverbrauches durch Rückgang der Überhitzung t

Abb. 1
Teillastversuche mit Wanderrost-Kesseln von 600 m²

[1]) „Archiv für Wärmewirtschaft“ Bd. 6 (1925) S. 29, 285, Bd. 7 (1926)

[2]) Stein, Reglung und Ausgleich in Dampfanlagen, S. 145, Berlin, Julius Springer.

[3]) Münzinger, Dampfkesselwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika, Berlin 1925, S. 12.

Abb. 2
Fehleinstellung durch die Regler-unempfindlichkeit ε bei Mengenregelung durch Druckabfall

nicht erkennt, ob eine gegebene Verbesserung auf höheren Belastungsfaktor oder auf wirtschaftlicheren Betrieb zuzurückzuführen ist.

Bei Rostfeuerung kann der geregelte Betrieb bei Teillast infolge des geringen Luftüberschusses und des Wärmestaus bei Rückgang der Belastung die Roste zum Glühen bringen, was durch eine Rostkühlung verhindert werden muß. Hierfür hat sich das Bespritzen der Roste mit Wasser von unten her im allgemeinen bewährt, wenn die Wassermenge richtig bemessen wird. Roučka läßt den Spritzdüsen ständig eine geringe Wassermenge zufließen, damit sich die Düsen nicht verstopfen, während zum Spritzen in regelmäßigen Zeitabständen ein kräftiger Wasserzustrom freigegeben wird. Die Länge der Zeitabstände wird der Belastung angepaßt. Bei der Feuerungsreglung AEG-Askania wird Druckluft gegen den Rost geblasen und der Luft je nach der Belastung mehr oder weniger Wasser zugemischt.

Merkmale der Feuerungsregler

Beim Regeln von Feuerungen müssen die Regler bedeutend höhere Anforderungen erfüllen als bei anderen Regelaufgaben. Wasserstände kann man auch bei großen Wassermengen regeln, indem man Schwimmer und Ventil unmittelbar verbindet, die Geschwindigkeit von Kraftmaschinen und die von Ventilen eingestellten Dampfdrücke dagegen bei größeren Leistungen nur mittels einer Hilfskraft; noch schwieriger ist es, bei den Feuerungen die Mengen von Dampf, Luft und Kohle selbsttätig in Übereinstimmung zu bringen. Man mißt diese Mengen mit Hilfe von Drücken und Druckunterschieden, die quadratisch mit den Mengen zunehmen. Deshalb werden die Meßgrößen bei kleiner Last sehr klein und die verfügbaren Regelkräfte sehr gering. Der kleinste Mangel an Empfindlichkeit der Regler hat dann bei kleiner Last große Fehler im Mengenverhältnis zur Folge. Beträgt die Unempfindlichkeit nur 3 vH des Meßdruckes für Vollast (z. B. 3 vH von 20 mm W.-S. oder 0,6 mm W.-S.), so entsteht bei einer Belastung von 20 vH ein Fehler von 38 vH, s. Abb. 2. Der Bau von Reglern von geringer Masse und hoher Empfindlichkeit hat aber ermöglicht, mit einfachen Mitteln und bei kleinen Abmessungen hohe Genauigkeit zu erreichen. Dieser Erfolg war die wichtigste Voraussetzung für die allgemeine Einführung der selbsttätigen Feuerungsreglung, zeigt aber auch, daß man nicht jede Reglerart ohne weiteres für diesen Zweck benutzen kann.

Während z. B. beim Geschwindigkeitsregler die Fliehkraft den Muffenhub verstellt und die Muffe über das Gestänge mit dem Hub von Druckreglern verbindet, vermeidet man bei den Feuerungsreglern diese Zwischenglieder und benutzt eine unmittelbare Kraftverbindung zwischen der regelnden und der zu regelnden Größe (z. B. Dampfdruck und Kesselzug), Abb. 3. Damit nich[t] die geringste Kraftänderung auf einer Seite des [...] kolbens a den Steuerschieber d in die Endlage [...] und ein Überregeln entsteht, ist eine Ölbremse f zw[ischen] Steuerschieber und Kraftzylinder e geschaltet. Be[i] [...] rikanischen Bauarten ist diese Ölbremse ebens[o] [...] wie der Kraftzylinder. Roučka ist es gelung[en], [die] Empfindlichkeit des Reglers zu erhöhen und die [...] sungen der Ölbremse zu verkleinern; bei seinem [...] ist die sonst notwendige Verbindung zwischen [...] und Kraftzylinder dadurch ersetzt, daß statt des [...] zylinders nur dessen Steueröl auf die Ölbremsen [...] Rechnerisch kann nachgewiesen werden[4]), daß m[...] Ölbremse vollwertig durch eine Feder g, Abb. 4, e[...] kann, die der Bewegung des Steuerschiebers en[...] wirkt. Diese Anordnung wird beim AEG-Ask[ania]-Regler verwendet.

Umfang der Reglung

Die Regelung der Luftzufuhr nach Maßg[abe der] Belastung ist der erste Schritt zum selbsttätigen [...] einer Feuerung. Mit dieser einfachsten Regelu[ng] [...] man bei Rostfeuerungen gute Erfahrungen gemac[ht] [...] schwierige Doppelaufgabe des Heizers, gleichzei[tig der] Belastung nachzukommen und für gute Verbrenn[ung zu] sorgen, entfällt, seine Tätigkeit beschränkt sic[h] schließlich darauf, die Kohlenzufuhr nach dem [wirt]schaftlichsten Luftüberschuß einzustellen. Da der [...] bei jeder Änderung der Belastung die Luf[t] [...] sofort verstellt, also viel schneller und häufig, [...] wenn man die Rauchgasklappe mit der Hand [...] so hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den [...] durch ein Meßgerät zu unterstützen, das augenb[licklich] jede Änderung der Verbrennung anzeigt. Diesem [...] dienen nach dem Vorbild von Bailey Meßgerä[te, die] fortlaufend Dampfmenge und die zugehörige Luf[t...] als Maßstab für den Luftüberschuß anzeigen. [...] wendbarkeit dieser Meßgeräte setzt eine gute [...] wasserreglung voraus, damit nicht Unterschiede [...] Dampfentwicklung infolge wechselnder Speisun[g] [...] derungen im Luftüberschuß vortäuschen.

Der Betrieb geregelter Kessel, die an eine [...] same Leitung angeschlossen sind, kann erschwert [...] wenn die Kessel ungleiche Brennstoffschichte[n] [...] Löcher im Feuerbett enthalten, die durch Unacht[sa]m[keit] des Heizers oder wechselnde Kohle entstehen. Ma[n] [...] oft die Kessel nach dem Dampfdruck der Sammelle[itung] auf gleiche Zugstärke $p_1 = p_2$, Abb. 5. Dann erh[ält] [...] dünnere Feuerbett K_2 die größere Luftmenge, [...] Unterschiede verstärkt. Es ist deshalb besser, auf [...] Druckunterschiede $\Delta p_1 = \Delta p_2$ hin zu regeln, Abb. [...] Rauchgasklappen b stellen sich dann so ein, daß [...] Luft auf beide Kessel stets gleichmäßig verteilt.

[4]) Stein, a. a. O. S. 245.

Hubfreier Regler mit Ölbremse f zwischen Steuerschieber und Kraftzylinder

Regler mit Feder g am Steuerschieber

Abb. 3 und 4
Mittelbare Regler mit Kraftverbindung zwischen [...] Meßgrößen (z. B. Dampfdruck und Kesselzug)

Bei Regelung auf gleichen Kesselzug $p_1 = p_2$ erhält größte Kohlenmenge K_1 kleinste Luftmenge L_1

Regelung auf gleiche Zugunterschiede $\Delta p_1 = \Delta p_2$, $L_1 = L_2$

a Dampfsammelleitung
b Rauchgasklappe
c Rauchgaskanal
d Feuerraum

Abb. 5 und 6
Reglung der Luftzufuhr von Dampfkesseln nach der Belastung

mit Unterwind — ohne Unterwind

Umschaltbar geregelte Rauchgasklappe a_i, Luftklappe b von Hand geschlossen

Rauchgasklappe a und Luftklappe b gekuppelt und durch den gleichen Regler gesteuert

a Rauchgasklappe
b Luftzutrittsklappe
c Unterwindgebläse
d Antriebsmotor
e Dreiwegehahn

Abb. 7 bis 9
Reglung von Luftzutrittklappen

Außer der Rauchgasmenge im Fuchs muß oft der ıftzutritt zur Feuerung geregelt werden. Bei Unterind ist es zweckmäßig, die Unterwindklappe so zu euern, daß der Unterdruck im Feuerraum wenige Milneter W.-S. beträgt, und Unterwindklappe sowie Motor- derstand mit dem gleichen Kraftzylinder zu kuppeln, ob. 7. Das Drosseln der Luftzufuhr ist auch bei euerungen ohne Unterwind erforderlich, wenn die Last ein ist. Infolge der hohen Temperatur ist das Gewicht r Luftsäule über dem Kessel kleiner als das Gewicht r entsprechenden Säule der kalten Außenluft. Bei ruckgleichheit auf der Höhe des Rostes, s. Abb. 8, ist shalb oben im Kessel der Druck höher als der Außenuck auf gleicher Höhe. Dieser Überdruck, der rd. 3 mm für 1 m Höhe beträgt, treibt die Rauchgase in das esselhaus, wenn der Rost nicht verschalt und der Lufttritt mit Hilfe der Klappe *b* so gedrosselt wird, daß ch bei kleiner Last über dem Rost genügender Unteruck herrscht.

Man hat bisher einen besonderen Unterdruckregler m Steuern dieser Luftklappe verwendet. Für kleine ılagen benutzt R o u č k a einen Regler, Abb. 8, der die uchgasklappe entweder nach dem Dampfdruck oder ch dem Unterdruck im Feuerraum regelt. Der Regler ellt bei hoher Last den Kesselzug nach dem Dampfdruck ı, wobei die Luftklappe *b* ganz offen steht; bei Überng auf kleine Last schließt man mit der Hand die ıftklappe und schaltet den Regler so um, daß er gleicheibenden Unterdruck im Feuerraum einstellt. Die Anendung eines zweiten Reglers für die Luftklappe errigt sich auch, wenn man Luftklappe und Rauchgasappe durch einen Seilzug verbindet, Abb. 9, und die uchgasklappe so regelt, daß der Druckunterschied zwihen zwei Punkten des Rauchgasstromes gleichbleibt; r bei dieser groben Einstellung der Luftklappe veränrliche Unterdruck bleibt dann ohne Rückwirkung auf e Steuerung der Rauchgasklappe.

Als allgemeine Richtlinie kann gelten, daß es zussig ist, alle Teile zu kuppeln und durch den gleichen egler einzustellen, von denen das genaue Einhalten nes Zwischenwertes (z. B. des Druckes im Feuerraum nter dem Unterwind- oder vor dem Saugzuggebläse) cht gefordert wird; dagegen braucht man besondere egler für alle solche Teile, die ein bestimmtes Mengenrhältnis einhalten müssen (z. B. das für den Luftüberhuß maßgebende Verhältnis Luft : Kohle). Verbindet ın Klappen, die zur Feinreglung dienen, mit Regeliderständen von Antriebsmotoren (z. B. beim Unterındgebläse), so ist es zweckmäßig, die Verbindung mit vischenfedern zu versehen, die zusammengedrückt wern müssen, ehe der Regelwiderstand verstellt wird; man rmeidet dadurch, daß der Regelwiderstand zwischen vei benachbarten Kontakten pendelt. Aus örtlichen ründen kann es sich empfehlen, bei großen Kesseln ch noch mehr getrennte Regler anzubringen.

Die Reglung der K o h l e n z u f u h r hat sich als Ergänzung der selbsttätigen Einstellung der Luftzufuhr gut bewährt. Der Heizer wird von der Arbeit des ständigen Nachstellens entlastet, die bei selbsttätiger Reglung der Luftzufuhr häufiger als beim reinen Handbetrieb auftritt, zumal die Rostgetriebe nur grob einstellbar sind; bei allen Belastungen, die zwischen zwei Schaltstufen des Getriebes liegen, pendelt die Rostgeschwindigkeit dauernd zwischen der höheren und der tieferen Schaltstufe.

Wesentlich vereinfacht werden solche Regler durch Anwendung von Gebläsen und Ölpumpen, die statt der Fliehkraftregler die Drehzahl der Antriebsmotoren der Roste oder der Kohlenstaub-Förderschnecken als Maß für die zugeführte Kohlenmenge beeinflussen. Bei der Schaltung nach AEG-Askania, Abb. 10, bestimmt der Belastungsregler *b* die Spannung der Steuerdynamo *d*, die die Antriebsmotoren *f* der Roste und den Antriebmotor eines Rückführgebläses *g* versorgt. Der Belastungsregler bringt so den Druck der Sammelleitung mit dem Unterdruck oder der Drehzahl des Meßgebläses *h*, also Dampfbedarf mit Kohlenzufuhr, in Übereinstimmung. Jede Rauchgasklappe steht ferner unter dem Einfluß eines Reglers, auf den der Unterdruck des Gebläses *h* und die Rauchgasmenge wirken; dadurch wird der Kohle die richtige Luftmenge zugemessen, gleichviel, ob sich die Kohlenmenge infolge eines Wechsels der Gesamtbelastung oder dadurch ändert, daß die Last mit Hilfe der Regelwiderstände *l* auf die einzelnen Kessel anders verteilt wird.

In der Regel läßt der Heizer das Feuer vor einer starken Lastabnahme, z. B. vor einer Mittagspause, zurückgehen, ehe der Dampfverbrauch sinkt. Durch Eingriff in die Reglung der Steuerdynamo mit der Hand oder mittels eines Uhrwerks kann man diese Einschränkung der Kohlenzufuhr für alle Kessel gemeinsam einleiten.

Kreiselgebläse bei Rostfeuerung

a Dampfsammelleitung
b Belastungsregler
c Kraftzylinder
d Steuerdynamo
e Drehstrommotor
f Rostantriebsmotoren
g Rückführungsgebläse
h Meßgebläse
i Rückführregler
k Rauchgasklappe
l Nebenschlußwiderstände

Kapselgebläse bei Kohlenstaubfeuerung

a Kapselgebläse
b einstellbare Ausflußdüse
c Brennerantriebsmotoren
d Nebenschlußwiderstand

Abb. 10 und 11
Feuerungsreglung. Erfassung der Kohlenmenge durch Meßgebläse

Bei Kohlenstaubfeuerungen, Abb. 11, verbindet man mit jeder Förderschnecke je ein Kapselgebläse *a*, leitet die gesamte von dem Gebläse geförderte Luft über einen Staurand *b* und überträgt den Druck vor dem Staurand auf den Regler. Für niedrige Drehzahlen, also unmittelbare Kupplung mit der Förderschnecke, verwendet man Kapselpumpen mit Ölförderung. Da sich die Luftzufuhr bei Verwendung von Kraftzylindern mit kurzer Schlußzeit schnell nach dem Meßdruck der Gebläse einstellt, entsteht auch bei starken Änderungen der Belastung weder bei steigender noch bei fallender Last ein schädlicher Luftmangel; Maßnahmen zum Schutz gegen Rauchentwicklung, wie bei amerikanischen Reglern, sind also bei dieser Schaltung nicht notwendig.

In kleineren vorhandenen Anlagen, für die sich die Aufstellung von Steuerdynamo oder Gleichrichter zum Parallelregeln der Motoren nicht lohnt, und bei denen nicht genug regelbare Einzelmotoren zur Verfügung stehen, kann man die Antriebsmotoren oder die Stufen der Feuerungen mittels geregelter Kraftzylinder in regelmäßigen Zeitabständen ein- und ausschalten, Abb. 12. Das Meßgebläse *d* speist hier einen Speicherbehälter *e* mit unveränderlicher Auslaßöffnung. Der Druck in diesem Behälter ändert sich auch bei plötzlicher Änderung der Gebläsedrehzahl nur allmählich; er bietet also einen Maßstab für den Mittelwert der geförderten Kohlenmenge. Nach diesem Mittelwert stellt der Regler in längeren Zeitabständen durch Umschalten des Getriebes *b* die Kohlenzufuhr ein.

Besonders bei Kohlstaubfeuerungen ist die Antriebsdrehzahl der Förderschnecken kein genügend genauer Maßstab für die Kohlenmenge; außerdem erfordert wechselnde Kohlenbeschaffenheit eine Veränderung im Mengenverhältnis von Luft und Kohle. Die hiernach notwendige Luftüberschußregelung als letztes Glied in der Verfeinerung des selbsttätigen Betriebes hat die Einführung der Rauchgasprüfer bei den deutschen Reglern bedeutend vereinfacht. Bei der Bauart AEG-Askania, Abb. 13, für Anlagen mit veränderlicher Belastung verstellt der Ranarex-Rauchgasprüfer mittels eines kleinen Kraftzylinders *k* das Mengenverhältnis von Kohle und Luft, das der Regler *a* durch Steuerung der Rauchgasklappe *b* der Belastung anpaßt, indem er in jedem Augenblick die Drehzahl des Antriebsmotors der Feuerung und die Rauchgasmenge in Übereinstimmung bringt. Der Anzeigeverzögerung des Ranarex-Reglers wird durch einen Zeitsteuerhahn *i* begegnet, der den Zufluß des Öls zum Strahlrohr *g* nur etwa alle 2 min für wenige Sekunden freigibt. Proportional der Verstellung des Schiebers *l* ändert sich das geregelte Mengenverhältnis. Der Verstellweg des Getriebes ist aber dem Strahlrohrausschlag, d. h. der Abweichung des CO_2-Gehaltes der Rauchgase, proportional und so abgestimmt, daß jede Änderung des CO_2-Gehaltes mit der ersten Verstellung des Schiebers beseitigt wird. Die Genauigkeit der CO_2-Reglung beträgt ± 0,5 vH.

Nachstellung im Mengenverhältnis von Kohle und Luft durch Ranarex-Rauchgasprüfer bei Kohlenstaubfeuerung

Unmittelbare Regelung der Unterwindklappe durch Ranarex-Rauchgasprüfer bei Kesseln mit gleichmäßiger Belastung

a Verhältnisregler
b Rauchgasklappe
c von der Brennerdrehzahl beeinflußter Regler
d Meßgebläse
e Brenner
f Rückführregler
g Strahlrohr
h Zeiger des Ranarex-Gerätes
i Zeitsteuerhahn
k Hilfskraftzylinder
l Stellschieber
m Kraftzylinder
n Unterwindklappe

RZ569Z13u.14

Abb. 13 und 14
Rauchgasprüfer-Reglung

Abb. 12
Reglung des Stufengetriebes von Wanderrosten nach dem Mittelwert der Fördergeschwindigkeit

a = Antriebsmotor
b = Stufengetriebe
c = Kraftzylinder
d = Meßgebläse
e = Speicherbehä[lter]
f = Auslaß
g = Regler
h = Rauchgasklap[pe]

Regelung des Stufengetriebes von Wanderrosten nach dem Mittelwert der Fördergeschwindigkeit

Die Regelung mittels Rauchgasprüfers bietet [illegible] Möglichkeit, selbsttätigen Betrieb mit geringen An[illegible] kosten in Werken anzuwenden, die annähernd gleich[illegible] bende Last haben. Da es sich hier nicht lohnt, die [illegible] lastung aller Kessel selbsttätig zu regeln, so genüg[illegible] einen einzigen Regler aufzustellen, der umschaltbar [illegible] Betrieb des jeweiligen Spitzenkessels beeinflußt. All[illegible] deren Kessel werden mit gleichbleibender Vollas[illegible] trieben und erhalten Rauchgasprüfer, die unmittelbar [illegible] Luft- oder eine Rauchgasklappe steuern, s. Abb. 14.

Betriebsergebnisse

Die Kohlenersparnisse entstehen beim selbsttä[illegible] Betrieb dadurch, daß die Verzögerungen und Ungen[illegible] keiten der Handreglung beseitigt werden; sie könne[illegible] Anlagen mit 24stündigem Betrieb noch dadurch st[illegible] daß auch die Stillstandverluste entfallen. Es ist wi[illegible] zu prüfen, ob Ersparnisse nur vorübergehend infolg[illegible] erhöhten Aufmerksamkeit eintreten, die man bei Ei[illegible] der Regler dem Kesselbetrieb zuwendet, oder ob [illegible] Regler Gewähr für dauernde Wirtschaftlichkeit b[illegible] Hierüber wurden Betriebsergebnisse in Anlagen [illegible] mittelt, die schon lange mit Feuerungsreglern arb[illegible]

Die Zusammenstellung dieser Ergebnisse, Abb. [illegible] zeigt dauernde hohe Ersparnisse. Die Anlage in W[illegible] ist mit Roučka-Reglern versehen, die die Luftzufuhr [illegible] stellen; ein Dauerversuch des Kesselüberwachungsve[illegible] ergab bei sehr stark schwankender Belastung [illegible] Kesselwirkungsgrad von 82,4 vH. Die besonders [illegible] Kohlenersparnis im Monat April ist darauf zurückz[illegible] ren, daß in diesem Monat alle, in den späteren Mo[illegible] dagegen wegen Kesselreinigung nur etwa 75 vH [illegible] Kessel selbsttätig geregelt wurden. Die Anlage in K[illegible] die ohne die Rauchgasvorwärmer einen Betriebswirk[illegible] grad von 78 vH ergab, und die Anlage in Darmstad[illegible] beiten beide mit AEG-Askania-Reglern, die Luft- [illegible] Kohlenzufuhr einstellen. Trotz des zehnstündigen [illegible] triebes, also ohne Verminderung der Stillstandver[illegible] erreichten die Ersparnisse etwa 15 vH.

Bemerkenswert sind ferner Vergleichsversuche [illegible] Oberbeck[5]), bei denen an aufeinanderfolgenden T[illegible] der gleiche Kessel mit und ohne Regler arbeitete un[illegible] Heizer bemüht war, sein Bestes zu leisten. Die Er[illegible] nisse bei Reglerbetrieb betrugen 11 vH; ein Verg[illegible] der Monatsdurchschnitte mit denen des Vorjahres [illegible] jedoch Ersparnisse von 15 bis 20 vH. Man muß also st[illegible] weise unterscheiden zwischen Beharrungswirkung[illegible] und Betriebswirkungsgrad bei selbsttätiger Reglung [illegible] bester Handreglung während eines Versuches un[illegible] gewöhnlichem Betrieb.

Bisher ist nicht festgestellt worden, daß beim Be[illegible] mit Reglern weniger Heizer gebraucht werden; dag[illegible] verminderten sich die Kosten der Instandsetzung [illegible] Rostfeuerungen dadurch, daß das Mauerwerk [illegible] schont wird.

Speicher und Feuerungsregler

Das Speichervermögen des Kesselwas[illegible] raumes läßt sich durch Feuerungsregler aussch[illegible] oder planmäßig ausnutzen. es kann aber den Rege[illegible] gang auch erschweren. In Abb. 16 ist wagerecht de[illegible] derstand der Dampfströmung vom Kessel *a* durch[illegible]

[5]) „Die Wärme" Bd. 49 (1926) S. 863.

erhitzer b und die Sammelleitung c nach der Entnahme-
le d des Regeldruckes dargestellt. Der Regler ist so
gestellt, daß er beim Abfall des Drucks der Vollast-
mpfmenge den Kessel auf vollem Druck erhält. Der
gleichförmigkeitsgrad δ des Reglers ist dem Druck-
all δ_a gleich, und der „Gleichdruckpunkt" entsteht,
Kessel, Fall I. Die strichpunktierte Linie stellt dann den
lldruck" bei der Dampfmenge (also auch beim Druck-
all) null dar, die ausgezogene Linie den Druckverlauf
Vollast, die gestrichelten Linien entsprechen den Zwi-
enlasten. Wird dagegen der Ungleichförmigkeitsgrad
iner, Fall II, so daß der Regler schon bei geringerem
ckabfall die Vollastdampfmenge einstellt, dann ver-
iebt sich der Gleichdruckpunkt in die Rohrleitung.
n sieht in Abb. 16, daß sich am Kessel bei Vollast (aus-
ogene Linie) ein höherer Druck einstellt als bei Null-
t (strichpunktierte Linie). Um den Kessel auf höhere
stung zu bringen, muß man also außer dem gestei-
ten Wärmebedarf zusätzlich Wärme für die Druck-
igerung im Kessel aufwenden. Die häufig gestellte
rderung, daß der Druck nicht im Kessel, sondern in
Sammelleitung konstant bleiben soll, führt also zu
em „Überregeln", da die Feuerung nicht nur den ge-
igerten Wärmebedarf, sondern darüber hinaus noch
irme für die Drucksteigerung liefern muß, was beson-
s bei den trägen Rostkesseln unzweckmäßig ist. Da-
en wird durch Erhöhung des Ungleichförmigkeits-
des die Feuerung entlastet, Fall III. Der Gleichdruck-
kt wandert „über den Kessel hinaus" und beim Über-
g von Nullast auf Vollast sinkt der Kesseldruck, wobei
Teil des gesteigerten Wärmebedarfes aus dem spei-
rnden Wasserraum geliefert wird. Fall IV zeigt fer-
, daß durch Steigerung des Lastanteils der geregelten
ssel infolge des stärkeren Druckabfalls der Gleich-
ckpunkt nach rechts rückt, wodurch die Kessel über-
eln, daß sie dagegen bei einer Verminderung des Last-
eils speichern.

Diese Verhältnisse muß man beim Einstellen der
gler im Auge behalten und gegebenenfalls größere
terschiede im Strömungswiderstand des Dampfes aus
schiedenen Kesseln durch Absperrteile oder Druck-
ler beseitigen.

Um den Einfluß des Ungleichförmigkeitsgrades des
glers allgemein darzustellen, nehmen wir einen sinus-
migen Verlauf der Belastung D an, Abb. 17; der Ver-
f der geregelten Luftmenge ist dann die Linie L,
nn man einen Rostkessel mit einer Trägheit der
erung bei Änderung der Luftmenge (Luftanlaufzeit)
60 s und einer Trägheit des Wasserraumes (Wasser-
aufzeit) von 600 s zugrunde legt[6]). Der Verhältnis-
rt α der größten Ausschläge für verschiedene Dauer T
Belastung zeigt, daß an sich schon stärkere Schwan-
ngen der Luftzufuhr erforderlich sind, um die Rost-
gheit zu überwinden, Abb. 18. Versucht man aber, die
ichdruckstelle nach der Sammelleitung hin zu verlegen,
n nehmen bei kurzen Schwankungen diese Ausschläge

[6]) Stein a. a. O. S. 217 und 220.

	im Kessel	Speicherfähigkeit ausgeschaltet
Gleich-druck-punkt	in der Sammelleitung	überregeln
	jenseits des Kessels	speichern
Belastung des Kessels	höher / tiefer	überregeln / speichern

Abb. 16
Einfluß des Kesselwasserraumes auf die Feuerungsreglung. Überregeln und Speichern.

Werk:	Eisenbahnausbesserungswerk Kassel	Buderus'sche Eisenwerke Wetzlar	Technische Hochschule Darmstadt
Kesselgröße:	400 m²	5 x 400 m²	300 m²
Feuerung:	Wanderrost	Wanderrost	Wanderrost
Kohle:	Steinkohle	Steinkohle	Steinkohle
Art der Belastung:	Kraft-u. Heizwerk m. Dampfhämmern	Hüttenwerk m. Verbrennung von Überschußgas	Kraft u. Fernheizung, annähernd konstant
tägliche Betriebszeit h	10	24	10
Anteil der geregelten Kessel an der Gesamtbelastung v H	100	75÷100	100

Abb. 15
Kohlenersparnisse durch Feuerungsreglung

in unzulässigem Maße zu, während das Speichern in vielen Fällen die Feuerung beruhigt. Der Einfluß des Speichervermögens des Wasserraumes nimmt ferner bei langdauernden Schwankungen ab.

Die Höhe des Solldruckes beeinflußt das Speichervermögen des Kessels nicht. Durch Abstimmen der Solldrücke von Kesselgruppen kann man aber wie beim Parallelbetrieb von Maschinen die Regler von Grundlastkesseln und Spitzenkesseln nacheinander zum Eingreifen bringen, Abb. 19. Damit der Druck der Spitzenkessel II bei hohen Belastungen wieder steigt, kann man die Belastung dieser Kessel in lineare Abhängigkeit zum Dampfdruck der Sammelleitung bringen, während sie sonst nach einem quadratischen Gesetz davon abhängt. Die Regler stellen einzelne Kessel auch ungewollt ab, wenn die Kessel mit Einzelreglern arbeiten, deren Solldruck ungenau eingestellt ist; man verhindert dies durch ein gemeinsames Hauptsteuerwerk oder durch elektrisches Parallelregeln der Kessel mit Hilfe einer Steuerdynamo.

Das Speichern von Wärme in Kesseln durch Druckänderung oder auch durch Regeln der Speisung beschränkt sich auf Minuten. Bei der Entscheidung darüber, ob man

$\alpha = \frac{L_{max}}{D_{max}}$ L = geregelte Luftmenge D = Dampfverbrauch

Abb. 17 und 18
Einfluß der Reglerungleichförmigkeit δ

Abb. 19
Abstimmung des Solldruckes von Grundlastkesseln (I) und Spitzenkesseln (II)

zum Ausgleich von längeren Schwankungen Wärmespeicher oder Feuerungsregler anwenden soll, verdient der Wärmespeicher immer den Vorzug, wenn der Ausgleich ermöglicht, mit weniger Kesseln im Betrieb auszukommen. Die Anlagekosten und die Leerlauf- oder Stillstandverluste werden kleiner, was man bei Feuerungsreglern nicht erreicht. Gleicht der Wärmespeicher die Belastung vollkommen aus, dann bleibt für die Feuerungsregler nur die Aufgabe, z. B. mit Hilfe von Rauchgasprüfern den wirtschaftlichsten Luftüberschuß zu sichern.

In Großkraftwerken mit Lastspitzen ergibt sich eine natürliche Abgrenzung der Arbeitsgebiete von Wärmespeicher und Feuerungsreglern. Die höchsten Spitzen der Belastung kann man nur durch Ruths-Speicher ausgleichen, Abb. 20. Während die Ersparnisse durch den Ausgleich ausschließlich von der Höhe der Spitze abhängen, wachsen die Anlagekosten mit der Fläche der Belastungslinie in kWh. Deshalb bildet der Gleichdruckspeicher mit beschränkter Spitzenleistung, aber geringeren Anlagekosten für 1 kWh Speichervermögen, eine willkommene Ergänzung zum Ausgleich des breiteren Teiles der Lastspitze. Die Speicher werden in den Stunden geringer Last aufgeladen, zunächst der Ruths-Speicher, der bei Bedarf unbeschränkte Spitzenleistung abgeben und jeden Augenblick einspringen kann. Zwischenwerte der Belastung werden von den Feuerungsreglern beherrscht.

Im Schaltbild einer derartigen Anlage, Abb. 21, fließt das Kondensat über die Anzapfdampf-Vorwärmer *b*, von denen der zweite auf gleichbleibenden Druck geregelt wird. Eine weitere Erwärmung des Kondensats erfolgt im Rauchgasvorwärmer *d* und, parallel dazu, im Gleichdruckspeicher *f*. Der Verteilregler *i* sorgt in Verbindung mit den Stauscheiben *k* dafür, daß diese Teilströme immer im gleichen Verhältnis stehen. Bei Mittellasten arbeitet nur der Feuerungsregler V. Die Steuerventile II und IV des Ruths-Speichers sind geschlossen, und der Dampfdruckregler I, III der Steuervorrichtung *g* des Gleichdruckspeichers arbeitet mit totem Gang. Der Regler *g* steuert das Speiseventil *l* in der Weise, daß Zufluß und Ablauf des Speisewassers gleich sind; der Wasserspiegel bleibt also unverändert, und der Speicher wirkt als reiner Vorwärmer.

Überschreitet der Dampfdruck bestimmte Grenzen, dann öffnet sich das Ladeventil II des Ruths-Speichers, der Dampfdruckregler der Steuervorrichtung *g* erreicht seine Grenzlage, und durch verstärkte Speisung wird Dampf niedergeschlagen. Kann der volle Dampfüberschuß auch bei höchster Leistung der Speisepumpen nicht niedergeschlagen werden, so vermindern bei weiterem Steigen des Druckes die Feuerungsregler V die Kesselleistung, wie der Verlauf des Ladevorganges in Abb. 20 erkennen läßt. Dagegen öffnet sich bei zu niedrigem Dampfdruck das Entladeventil IV des Ruths-Speichers, und der Regler *g* schließt das Speiseventil, so daß sich der Gleichdruckspeicher entlädt.

In Abhängigkeit vom Dampfdruck der Sammelleitung kann man Feuerungsregler und Speicherregler durch ein gemeinsames Hauptsteuerwerk derart regeln, daß sie nacheinander in der richtigen Reihenfolge eingreifen. Die Art der Reglerabstimmung ergibt sich aus dem Verlauf der Dampfdrücke. Dabei ist konstanter Kesseldruck, also Beharrungszustand der Feuerung, vorausgesetzt. Die Speicher greifen aber auch bei jeder Störung des Wärmegleichgewichtes ein und entlasten dadurch die Feuerung.

Es ist zweckmäßig, zum Steuern der Speicher Re ohne Ungleichförmigkeit (Gleichdruckregler) zu verw den, damit beim Eingreifen der Speicher der Dampfdr konstant bleibt und die Feuerungsregler unverändert i Stellung beibehalten. Man erreicht dies am einfach durch Beseitigung der Rückführung, was in vielen Fä wegen der sogenannten „Selbstregelung" zulässig nähere Angaben hierüber bleiben vorbehalten.

Feuerungsregler eignen sich auch dazu, G speicher in Hütten und Zechen planmäßig zunutzen, um längere Schwankungen des Dampfbeda von Rostfeuerungen fernzuhalten, die mit Abfallkohle schickt werden. Das erleichtert die Aufgabe, den Dan bedarf dieser Betriebe ausschließlich durch Überschuß und Abfallkohle zu decken. Die Gaszufuhr zu ei Kesselgruppe steuert der Regler *c*, Abb. 22, nach Druck im Dampfnetz, wobei die Rückführung *d* durch Gasmenge beeinflußt wird. Die Verteilung der Gasme auf einzelne Kessel regeln Handabsperrventile *b*. Je Kessel hat einen Gemischregler *e*, *f*, der der Gasmenge richtige Luftmenge zuordnet. Bei unveränderter Stell der Rauchgasklappe würden aber mit wechselnden G mengen, die dem Kessel zuströmen, auch veränderli Luftmengen durch den Kessel gesaugt werden. Dies w durch einen Regler *g* verhindert, der den Rauchg schieber auf einen bestimmten Unterdruck im Feuerra und damit auf eine bestimmte Luftströmung durch Kessel einstellt. Der Regler *h* steht unter dem Einf des Gasdruckes und verstellt den geregelten Unterdr und damit die Luftmenge entsprechend den langsa Änderungen des Gasdruckes, so daß sich die Kes leistung nur allmählich ändert. Eine dynamische Un suchung ergibt, daß dieser Vorgang stabil verläuft, w die Anlaufzeit des Gasspeichers größer als die Anl zeiten von Feuerung und Wasserraum des Kessels ist.

Hochdruckanlagen

Die speichernden Wasserräume der heutigen Ke bedingen eine Trägheit des Kesselbetriebes, die al ermöglicht hat, die Vorgänge in der Feuerung mit Hand zu regeln. Während die Schwungmassen ei Kraftmaschine in 10 bis 20 s anlaufen, beträgt die sprechende Anlaufzeit eines üblichen Kessels 600 s, 30- bis 60mal mehr. Da bei Hochdruckkesseln di Speicherung fehlt, so ist hier die selbsttätige Regl ebenso notwendig wie für die Reglung der Geschwin keit der Kraftmaschinen.

Eine Erleichterung des Betriebes, die für Hochdru anlagen wichtig ist, gewinnt man durch die Feueru reglung für die Zwischenüberhitzer. Das Durchbren braucht man nur dann zu fürchten, wenn der Zustand Feuer in den verschiedenen Kesseln ungleich ist; bei sel tätiger Reglung der Kessel entfällt diese Schwierigkeit.

Bei der Aufstellung von Hochdruckkesseln, die nächst noch mit Niederdruckkesseln zusammenarbei kann man den wirtschaftlicher arbeitenden Hochdru

Abb. 20 und 21
Zusammenarbeiten von Feuerungsreglung mit Ruthsspeicher und Gleichdruckspeicher

eln die Grundlast, den Niederdruckkesseln die Spitzenzuweisen. Zweckmäßig regelt man dann alle Kessel die Wärmespeicher gemeinsam durch ein Hauptsteuer-, das an das Niederdruck-Dampfnetz angeschlossen ist. solche Schaltung, Abb. 23, soll die neue Hochdruck-ge des Großkraftwerkes Mannheim erhalten.

Der Dampf der Hochdruckkessel *d*, für die im ersten bau noch ältere Bauarten in Aussicht genommen sind, von der Vorschaltmaschine *c* aufgenommen, die ls Überströmreglung auf konstanten Hochdruck einllt wird. Alle Betriebschwankungen äußern sich in samen Druckänderungen im Niederdruck-Dampfnetz, die speichernden Wasserräume der Niederdruckkessel orgt und von dem Kessel und Wärmespeicher mittels Regler I bis III gesteuert werden.

Bei höchster Belastung, also niedrigstem Druck, sind Feuerungsregler der beiden Kessel geöffnet, bei siner Last beschränkt der Feuerungsregler III die mezufuhr der Niederdruckkessel, und erst, wenn diese Mindestlast erreichen, vermindert bei einer wei- Drucksteigerung der Regler I die Dampfleistung Hochdruckkessel. Nur wenn bei diesen Vorgängen vorgeschriebene Druckbereich nach oben oder unten schritten wird, greift der Verdrängungsspeicher *f* dem Regeleinfluß II ein. Der Regler *h* des Vergungsspeichers ist an zwei Stauflanschen *i* anlossen und so eingestellt, daß gleiche Mengen von sewasser durch diese Flanschen strömen; die Speiseermenge, die durch die Maschine *b* vorgewärmt wird, richt dann dem Bedarf der Kessel, und die Ladung Speichers bleibt unverändert. Werden dagegen die eschriebenen Druckgrenzen überschritten, so weicht Stellschieber des Reglers *h* von der Mittellage ab, uß größere oder kleinere Wassermengen vorgewärmt en, also der Verdrängungsspeicher *f* geladen oder den wird.

Liegen die Niederdruckkessel zu gewissen Jahresn ganz still oder sind sie überhaupt nicht vorhanden, uß man den fehlenden Wasserraum durch einen Reeicher *g* ersetzen, der an das Niederdruck-Dampfnetz schlossen ist. Die Anlaufzeit des Regelspeichers muß nal größer sein als die Anlaufzeit der Hochdruckel (infolge der Trägheit der Feuerung oder der serräume), wenn die Regelvorgänge völlig aperih verlaufen sollen.

Besonders zu beachten sind Verzögerungen des Reorganges, die beim Regeln von Einzelmühlen an enstaubfeuerungen entstehen. Der Zeitunterschied chen dem Verstellen der Kohlenzufuhr zur Mühle der Änderung der Verbrennung bedingt eine Vererung des Regelspeichers, wie sich rechnerisch nachen läßt. Um dann die Luftzufuhr der verspäteten enzufuhr anzupassen, kann man sie mittels einer Ölse verzögern, was im Elektrizitätswerk Mark unter endung von Arca-Reglern durchgeführt wurde, oder n Uhrwerk oder Kraftgetriebe mit langer Schlußzeit Luftzufuhr der Kohlenzufuhr anpassen. Jede Verrung erschwert den Betrieb geregelter Hochdruckanlagen; bei der Entscheidung darüber, ob man Einzelmühlen regeln oder mit Zwischenbunker arbeiten soll, muß man das berücksichtigen.

Statt eines Regelspeichers im Niederdruckgebiet kommt für reine Hochdruckanlagen eine Schnellreglung in Betracht, s. Abb. 24. Kohlenstaubfeuerung *c*, Ventil für die Hochdruckspeisung *f* und Überhitzerklappe *g* werden durch Mengenregler den Schwankungen der Belastung angepaßt, ehe sich der Zustand (Druck und Temperatur des Dampfes) ändert. Nur die geringen Fehler dieser Mengenreglung werden durch eine Nachsteuerung ausgeglichen, bei der Druck und Temperatur gemeinsam im richtigen Sinn auf die einzelnen Regelteile einwirken.

Der Druckwandler h_1 erzeugt einen zur Dampfmenge verhältnisgleichen Luftdruck, der auf die Mengenregler l_1 bis l_3 übertragen wird; diese stellen Kohlenmenge, Speisewassermenge und Rauchgasströmung im Überhitzer verhältnisgleich ein. Druck und Temperatur werden durch die Druckwandler i_1 bis i_3 in entsprechende Steuer-Öldrücke umgewandelt, die das geregelte Mengenverhältnis mittels der Regler *m* verstellen. Verstärkte Wärmezufuhr erhöht Druck und Temperatur, die Reglung infolge dieser Größen muß also im gleichen Sinne wirken; verstärkte Speisung erhöht den Druck (bei Röhrenkesseln ohne Speicherraum) und vermindert die Temperatur, die Nachstellregler wirken deshalb im entgegengesetzten Sinn. Den Vorwärmkessel *a*, aus dem der Hochdruckkessel *b* das Speisewasser erhält, kann man ähnlich wie einen Niederdruckkessel als Speicher verwenden, indem man Änderungen der Vorwärmtemperatur und des Wasserstandes zuläßt.

Regelung der Gaszufuhr nach der Belastung — Gemisch-Regelung der Brenner-Luftzufuhr nach der Gasmenge — Regelung der Rauchgas-Klappe nach dem Unterdruck im Feuerraum m. Verstellung durch den Druck i. Gasspeicher

a Gassammelleitung der Kessel
b Absperrorgan für jeden Kessel einzeln zur Lasteinstellung von Hand
c Dampfdruckregler
d Gasmengen-Rückführregler
e Gasmengenregler
f Luftmengenregler
g Regler des Unterdruckes i. Feuerraum
h Regler des Gasometerdruckes

RZ569Z22

Abb. 22
Reglung von Gas- und Rostfeuerungen mit Gasspeicher

ndensationsturbinen
rwärmturbine
rschaltturbine
D.-Kessel m. Kohlenstaubfeuerung
D.-Kessel m. Rostfeuerung
rdrängungsspeicher
g Regelspeicher
h Speicherregler
i Stauflansche
k Speiseregler
l Speisepumpen
I II III Regeleinflüsse von der N.D.-Sammelleitung

RZ569Z23

Abb. 23
Reglung von Feuerungen und Verdrängungsspeicher bei gemischter Hochdruck- und Niederdruck-Dampfanlage

a Vorwärmkessel
b Hochdruckkessel
c Kohlenstaubfeuerung
d ND-Speisepumpe
e HD-Speisepumpe
f geregeltes Speiseventil
g gereg. Überhitzerklappe
h Druckwandler für
h_1 Dampfmenge
h_2 Dampfdruck
h_3 Dampftemperatur
i Mengenregler für
i_1 Feuerung
i_2 Speisung
i_3 Überhitzerklappe
k Meßgebläse
l Stauflansche
m Nachstellregler

RZ569Z24

Abb. 24
Schnellreglung von Hochdruckkesseln

Statt die Mengenreglung von der Dampflieferung der einzelnen Kessel abhängig zu machen, kann man vom Ursprung der Laständerungen, der elektrischen Leistung, aus ein Hauptsteuerwerk betreiben, das nicht nur die Kessel, sondern auch die Einlaßventile der Kraftmaschinen augenblicklich durch Mengenregler einstellt, während die Nachsteuerung auf Grund der Änderungen im Dampfzustand auf die Kessel und auf Grund der Änderungen der Stromwechselzahl auf die Kraftmaschinen wirkt. Aus diesen Möglichkeiten können sich Kraftmaschine, Kessel und Wärmespeicher zur regeltechnischen Einheit entwickeln.

Die Beherrschung aller Betriebseinrichtungen von einer Stelle aus würde den ständig zunehmenden Parallelbetrieb mehrerer Werke wesentlich erleichtern, w die heutige Art der Lastverteilung nicht bef Die Hauptsteuerwerke einzelner Anlagen könnt dann mittels einer Zeitsteuerung nach einem besti Tagesplan einstellen oder von einer Überwachun aus die Lastverteilung durch Fernbetätigung vorn

Gegenwartaufgabe der selbsttätigen Feuerun lung ist aber, die wirtschaftlichen Mängel des betriebes in vorhandenen Anlagen zu beseitigen. Fortschritte im Bau einfacher Regleranordnunge ihre günstigen Betriebsergebnisse berechtigen zu d nahme, daß sich die selbsttätige Reglung der Feue im Laufe der Jahre ähnlich verbreiten wird, wie di lung der Geschwindigkeit der Kraftmaschinen. [I 5

Gelenk-Doppeltriebwagen für eine Überland-Schnellstraßenbahn

Die Verwendung von Gelenkwagen bei Straßen- und Schnellstraßenbahnen hat in den Vereinigten Staaten einen wesentlich größeren Umfang als bei den Eisenbahnen. Die neueste Bauart eines Gelenk-Doppeltriebwagens für eine Überland-Schnellstraßenbahn ist kürzlich auf der rd. 65 km langen Strecke Baltimore – Washington in Dienst gestellt worden. Da das Gelände zwischen Baltimore und Washington nur wenig bebaut ist und somit nur wenige Zwischenhaltepunkte vorgesehen zu werden brauchten, konnten die Wagen für eine hohe Reisegeschwindigkeit entworfen werden. Einschließlich beiderseits ziemlich langer Straßenbahnstrecken innerhalb der Städte wird die ganze Entfernung zwischen den beiden Städten in 1,5 h zurückgelegt. Da zudem in den letzten Jahren sich der Wettbewerb des Kraftomnibus auch auf dieser Strecke lebhaft gezeigt hatte, war die Bahngesellschaft gezwungen, durch neue Züge mit hoher Geschwindigkeit und günstigen Laufeigenschaften sowie ansprechender Innenausstattung Verkehr zurückzugewinnen. Diesem Zweck sollen die neuen Gelenkdoppeltriebwagen dienen.

Seit der Einführung von 1200 V Gleichstrom auf der Überlandstrecke im Jahre 1910 wurde diese mit Doppelwagenzügen von 80 t Gewicht, bestehend aus zwei hölzernen Wagen von je 40 t, bedient. Die neuen Wagen befördern die gleiche Personenzahl mit 27 vH geringerem Gewicht und weit größerer Bequemlichkeit. Die beiden Wagenkästen ruhen auf drei Drehgestellen, die ihrer Bauart nach ziemlich den amerikanischen Drehgestellen der Vollbahnen ähneln, nur entsprechend leichter gehalten sind. Die beiden mittleren Wagenenden sind auf dem gemeinsamen Drehgestell auf einem Drehteller gelagert, der auf dem oberen Wiegebalken ruht. Dieser Drehteller, der also alle Bewegungen des Drehgestelles selbst mitmacht, trägt gleichzeitig die große senkrechte Trommel, die die eigentliche Übergangseinrichtung zwischen den beiden Wagen bildet. Durch die Bedingung, daß auch bei allen vorkommenden scharfen Krümmungen der anschließenden Straßenbahnstrecken diese Übergangseinrichtung benutzbar bleibt, wurden für deren Konstruktion schwer zu erfüllende Forderungen aufgestellt. In Baltimore wird eine Krümmung von nur 15 m Halbmesser befahren; hierbei stehen die beiden Wagenkästen nahezu vollkommen im rechten Winkel zueinander, und trotzdem bleibt noch ein hinreichend breiter Übergang bestehen, wenn er sich auch gegenüber der Stellung in der Geraden wesentlich verengt.

An den Stirnwänden der beiden Wagenkästen sind Gummiwalzen angebracht, die auf dem Umfang der Blechtrommel abrollen und so eine gute Dichtung gegen Zugwind und Regen bilden. Diese Bauart der Übergangseinrichtung, die mit sehr einfachen konstruktiven Mitteln arbeitet, hat sich bei den schwierigen Betriebsbedingungen voll bewährt. Nur in einem Wagen befindet sich in der Nähe des Übergangs eine Einsteigtür, bei der der Zugbegleiter seinen Stand hat und die Reisenden abfertigt. Der andre Wagen hat nur eine Endeinsteigtür, die jedoch nur auf den Endhaltestellen benutzt wird. Alle Türen a Druckluft-Türschließvorrichtungen. Die Türen sin unter den Wagenfußboden heruntergezogen, wei Stufen im Wageninnern liegen; die dadurch bedingte n brechung des Untergurtes des Wagenkastens mußte eine besondere Blechversteifung des Türrahmens au chen werden. Die zu beiden Seiten eines Mittelgangs den Doppelsitze können herumgeschwenkt werden, Gruppen von einander gegenüberstehenden Doppelsit bildet werden können, wenn die Reisenden dies wü Sonst werden die Sitze stets in die Fahrtrichtung g Der Doppelwagen enthält 94 Sitzplätze. Hinter dem F stand befindet sich ein Waschraum mit Trinkwassere tung. Der Führer hat eine besondere Seiteneingangs

Die Wagen haben Tomlinsonkupplung; bei Bedar den Vierwagenzüge aus zwei Doppelwagen gebild Kabelverbindungen liegen auf dem Dach. Schmale wandtüren an den Führerstandsenden der Doppelwag statten dem Zugpersonal den Verkehr durch den ganze Die Wagen sind je 14,8 m lang, der Doppelwagen ist lang, über die Kupplungen gemessen, bei 2 m Dreh radstand, 10,9 m Drehzapfenabstand und 915 mm Rad messer. Die Breite des Wagenkastens beträgt 2,68 Höhe des Wagenfußbodens über S.-O. 1280 mm, die des Dachscheitels über S.-O. 3,95 m. Die Gewichte Doppelwagens verteilen sich folgendermaßen. Es

die Wagenkästen einschließlich elektrischer Ausrüstung und Bremse sowie Türschließvorrichtungen . . . . ,2
vier Motoren . . . . ,6
drei Drehgestelle . . . . ,1

Gewicht eines Doppelwagens ,9

Die vier Motoren sind zu je zwei in die beider drehgestelle in normaler Tatzenlageraufhängung ein Die Druckluftbremse (mit besonderen Verdichtern rüstet) wirkt auf alle sechs Achsen. Von Baltimore zur Grenze des Staates Maryland werden die Wage einer Oberleitung mit 1200 V Gleichstromspannung ge dann mit 600 V Spannung. Die Motoren sind stets einandergeschaltet. Bei 1200 V Spannung beträgt die geschwindigkeit 90 km/h, bei der halben Spannung chend weniger.

Die Vorzüge der Gelenkbauart (geringe Zug kleines Gewicht je m² Bodenfläche, ruhiger Lauf) sich bei diesen Wagen wieder recht deutlich gezeig Deutschland ist diese Bauart in den letzten Jahren recht weiter entwickelt worden. Die Reichsbahn hat dem für die Berliner Stadtbahn gelieferten elektrisc triebenen Jacobszug nur eine größere Zahl Doppelg wagen auf der Strecke Blankenese – Ohlsdorf der trischen Hamburger Vorortbahnen. Im Straßenbahn bau sind erst die ersten Anfänge der Verwendung v lenkwagen vorhanden (Duisburg). Aus wirtschaft Gründen verdiente diese Bauart eine weitere Verbre („Electric Railway Journal“ Bd. 89 (1927) S. 571.)

Berlin-Zehlendorf [N 438] O. Günt

Tiefbohreinrichtungen mit elektrischem Antrieb

Von Dipl.-Ing. L. Steiner, Berlin-Siemensstadt

Beschreibung und Betriebsweise der gebräuchlichsten Verfahren für die Herstellung von tiefen Bohrlöchern zur Gewinnung von Flüssigkeiten — Trocken- und Spülbohrung — Stoßendes und drehendes Bohren — Vorteile des elektrischen Antriebes — Wahl der Art und Größe des Motors — Drehzahl und Regelbereich in Abhängigkeit vom Bohrverfahren und von den Betriebsverhältnissen

Mit der im Anfang dieses Jahrhunderts einsetzenden Entwicklung der Technik und des Maschinenbaues hat auch das bis dahin etwas vernachlässigte Ge-
et des Tiefbohrwesens einen gewaltigen Aufschwung er-
hren. Die Entwicklung der Tiefbohrtechnik ist noch
cht abgeschlossen, sie ist vielmehr, nach verschiedenen
nzeichen zu urteilen, im weiteren Aufstieg begriffen.

Der Zweck einer Bohrung kann verschiedenartig sein.
an kann Bohrlöcher zur Gewinnung von Erdöl, Erdgas,
ink-, Salz- und Heilwasser oder aber auch zur Er-
rschung der Erdkruste nach Kohlen, Erzen und andern
odenschätzen herstellen. Von besonderer Bedeutung sind
e Erdölbohrungen, da der Bedarf an flüssigen Brenn-
offen mit der Verwendung der Verbrennungsmotoren für
nd- und Seefahrzeuge und dem Übergang von Kohlen-
f Ölfeuerung in der Kriegs- und Handelsmarine rasch
stiegen ist. Die älteren Bohrverfahren, nämlich das
nadische und das hauptsächlich in Amerika angewen-
te pennsylvanische Bohrverfahren, reichten nicht mehr
s, um in kurzer Zeit das Erdöl zu erbohren; andre
ohrverfahren tauchten auf, die, zum Teil auf andern
undsätzen fußend und mit allen Hilfsmitteln des Ma-
hinenbaues ausgestattet, eine wesentliche Abkürzung der
r die Gewinnung des Erdöles unwirtschaftlichen Zeit des
ohrens gestatten.

Die neueren Bohrverfahren arbeiten nach zwei ver-
hiedenen Grundsätzen. Bei dem einen wird das vom
nadischen oder pennsylvanischen Bohrkran her be-
nnte Stoßbohrverfahren unter wesentlicher Erhöhung der
nutlichen Schlagzahl beibehalten, bei dem andern Ver-
hren, das eine schnell steigende Verbreitung fand, wendet
an das drehende Bohren unter Benutzung eines besonders
sgebildeten Meißels an. Bei diesen neueren Bohrver-
hren, dem Schnellschlagbohren, das — wie der Name
hon ausdrückt — auf der schlagenden oder stoßenden
irkung des Meißels beruht, und dem Drehbohrverfahren
er, wie es allgemein heißt, dem Rotary-Bohrverfahren,
rd stets mit Spülung gearbeitet. Durch das den Meißel
agende Hohlgestänge wird meistens eine dicke, tonhaltige
üssigkeit in das Bohrloch gepreßt. Mit dieser vermengt
ch das losgelöste Bohrmehl und der Bohrschmand wird
unterbrochen zwischen dem Bohrgestänge und der
andung des Bohrloches nach oben befördert.

Diese Art der Spülbohrung, die sogenannte Dick-
ülung, hat mehrere wesentliche Vorteile. Es erübrigt
ch das zwecks Reinhaltung der Bohrlochsohle bei dem
ockenbohren erforderliche Löffeln des Schmandes, das
e Bohrzeit besonders bei tiefen Bohrungen sehr
rlängert, und das Bohrloch selbst erhält einen festen,
mentartigen Überzug, der das lästige Nachfallen der
eren Schichten verhütet. Außerdem kann wesent-
h länger in einem Zuge gebohrt werden, ohne daß
n Nachschub der Verrohrung zur Erhaltung des Bohr-
ches erforderlich wäre. Gegen die Dickspülung werden
erdings verschiedene Bedenken, wie Überbohren einer
führenden Schicht, Erschwerung des Austrittes von Gasen
d des Erdöles in das Bohrloch, eingewendet, jedoch
auchen diese scheinbaren Nachteile bei einiger Auf-
erksamkeit und fortwährender Beobachtung des aus dem
ohrloch austretenden Schmandes nicht aufzutreten.

Welches Bohrverfahren, das drehende oder stoßende,
hließlich für die Herstellung des Bohrloches gewählt
rd, hängt in der Hauptsache von den geologischen Ver-
ltnissen, der Lage und Härte der Schichten des Deck-
birges, der Mächtigkeit der wasser-, gas- und ölführen-
n Schichten, der zu erwartenden Wassermenge, dem vor-
ssichtlichen Gasdruck und der gesamten Tiefe des Bohr-
ches ab[1]).

Als Antriebmaschinen der Tiefbohrgeräte bürgern sich immer mehr die Elektromotoren ein, nachdem sich die Erkenntnis Bahn gebrochen hat, daß sie die gleiche, wenn nicht noch höhere Anpassungsfähigkeit haben, als die bis vor kurzem fast ausschließlich angewendeten Dampfmaschinen, von den Verbrennungsmotoren gar nicht zu reden, die sich für den Bohrbetrieb nur unter gewissen günstigen Voraussetzungen anwenden lassen. Die betrieblichen und wirtschaftlichen Vorteile des elektrischen Betriebes gegenüber andern Betriebsarten sind in der Literatur so eingehend erörtert worden[2]), daß es sich erübrigt, an dieser Stelle sich nochmals damit zu befassen.

Die zur Verwendung kommenden Elektromotoren laufen in der Regel mit einer synchronen Drehzahl von 750 Uml./min bei einer Netzfrequenz von 50 Per./s. Die Motoren werden meistens als Drehstrom-Asynchronmotoren mit Schleifringläufern, geeignet für eine Widerstandsreglung im Läuferstromkreis, gebaut und an 220 bis 3000 V, je nach der vorhandenen Netzspannung, angeschlossen. Höhere Spannungen werden für den Betrieb der Motoren nicht angewendet. Ist das Verteilungsnetz für eine höhere Spannung ausgebaut, dann wird der Strom den Motoren über Transformatoren zugeleitet. Die gebräuchlichsten Spannungen auf dem europäischen Festlande sind 500 und 1000 V, in Rußland vielfach 2000 V, hingegen auf den nordamerikanischen Ölfeldern 440 V. Höhere Spannungen, nämlich zwischen 2000 und 3000 V, kommen nur selten vor, 3000 V z. B. nur in Galizien, wo mit Rücksicht auf die besonders tiefen Bohrlöcher und auf hohe Leistung Hochspannungsmotoren aufgestellt werden.

Außer den Drehstrom-Asynchronmotoren mit Widerstandsregelung können auch die verlustlos regelbaren Drehstrom-Kollektormotoren, ferner Drehstrommotoren mit Polumschaltung oder solche mit Stern-Dreieckschaltung zum Antrieb der Bohrgeräte verwendet werden. Bei den beiden letzten Arten kann jedoch auf die Widerstandsregelung zur genaueren Einstellung der Schlagzahl nicht ganz verzichtet werden. Gleichstrommotoren dürften im allgemeinen nicht in Betracht kommen, da diese Stromart selten vorhanden und in manchen Erdölgebieten ihre Verwendung verboten ist.

Die Leistung der Motoren beim Bohren läßt sich für einen bestimmten Betriebzustand wohl rechnerisch ermitteln. Diese Berechnungen schließen jedoch infolge der unübersehbaren Verhältnisse beim Bohren eine gewisse Unsicherheit in sich. Man zieht es daher vor, die Motorgröße nach der Erfahrung zu wählen, und zwar eher zu reichlich als zu knapp, und nimmt die Nachteile, die das Arbeiten mit nicht ganz ausgenutzten Motoren nach sich zieht, in den Kauf. Die Leistung der gebräuchlichsten Bohrmotoren bewegt sich in den Grenzen von 30 bis 100 kW.

Der Einführung des elektrischen Antriebes im Bohrbetriebe wurden anfänglich manche Schwierigkeiten in den Weg gelegt. Sie gingen zum Teil von den die Tiefbohrgeräte bauenden Firmen aus, die meistens auch Dampfmaschinen herstellen. Auch bestand vielfach auf den Gruben ein größerer Vorrat von Dampfmaschinen und Dampfkesseln, der verbraucht werden mußte, bevor man zum elektrischen Antrieb überging. Ferner kommt hinzu der Hang am Alten der älteren Bohrmannschaft, die trotz Überlegenheit des elektrischen Antriebes die Beibehaltung des Dampfantriebes fordert. Zum Schluß, und dies dürfte der wesentlichste Grund sein, der der Einführung des elektrischen Antriebes vorläufig im Wege steht, ist es

[1]) Vergl. auch Z. Bd. 49 (1905) S. 155, Bd. 55 (1911) S. 1810.

[2]) Steiner: Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdölindustrie, Berlin 1926, Julius Springer.

Abb. 1
Kanadischer Bohrkran mit elektrischem Antrieb

a Bohrschwengel
b Kettenkopf
c Bohrkette
d Nachlaßvorrichtung
e Bohrgestänge
f Bohrloch
g Zugstange
h Fördertrommel
i Schmandtrommel
k Riemenspannrollen
l Leitrolle
m Turmrollen
n Flaschenzug
o Schmandlöffel
p Riemenvorgelege
q Elektromotor

der Mangel an elektrischen Kraftwerken, die die in den meisten Fällen entlegenen Erdölgebiete mit Strom zu versorgen hätten. Mit dem fortschreitenden Ausbau der Wasserkräfte und der wirtschaftlichen Verwertung der sonstigen Naturkräfte, namentlich der auf den Erdölfeldern in der Regel vorhandenen Gase, wird jedoch die elektrische Energie eine steigende Verbreitung und somit auch eine größere Bedeutung als Betriebskraft für alle in den Erdölgebieten vorkommenden Antriebe gewinnen.

Die Voraussetzung für die Verwendung des elektrischen Antriebes ist demnach das Vorhandensein der elektrischen Energie. Bei vereinzelten Bohrungen wird es nicht immer wirtschaftlich sein, die elektrische Antriebsart zu wählen, da die Erzeugung der elektrischen Energie für einzelne oder nur wenige voneinander entfernte Bohrungen mit zu hohen Kosten verbunden sein dürfte. Trotzdem sind auch Fälle bekannt, wo mit Rücksicht auf die sonstigen mit der Anwendung des elektrischen Betriebes verknüpften Vorteile eigene Kraftwerke von ganz geringem Umfange errichtet wurden. Je größer die Ausdehnung des Erdölgebietes ist und je mehr Bohrungen und Förderanlagen auf einem verhältnismäßig geringen Flächenmaß vereinigt werden, um so augenfälliger treten die mit der elektrischen Antriebsart verknüpften Vorteile in die Erscheinung.

Das Schnellschlagbohrverfahren in seinen verschiedenen Formen und das Rotary-Bohrverfahren bürgern sich in neuerer Zeit immer mehr ein. Damit soll nicht gesagt werden, daß die älteren Bohrverfahren, namentlich das kanadische und pennsylvanische und eine ältere Abart des Seilschlag-Bohrverfahrens, das indische Spülbohrverfahren, bereits gänzlich verlassen wurden. Diese Verfahren behaupten nach wie vor in manchen Gegenden das Feld und dürften auch in Zukunft noch häufig angewendet werden, da ihr Aufbau besonders einfach ist und ihre Bedienung fast gänzlich ungeschulten Hilfskräften anvertraut werden kann. Da sie außerdem den Ausgangspunkt aller späteren maschinellen Bohrverfahren bilden, sollen sie auch neben den hauptsächlichsten neueren Verfahren erörtert werden. Hierbei soll nur von ortfesten Anlagen die Rede sein.

Einerlei, ob es sich um ein stoßendes oder drehendes Bohren handelt, erfolgt die Bewegung des Bohrwerkzeuges von über Tage, und die Antriebsmittel machen die Bewegung mit. Infolgedessen werden bei fortschreitender Tiefe der Bohrung das Gewicht der Antriebteile und die zu Antrieb erforderliche Energie immer größer. Zur Bem sung der Motorleistung ist es daher wichtig, die vora sichtliche Tiefe des Bohrloches zu kennen.

Vor Beginn der Bohrung werden hölzerne oder Holz verkleidete eiserne Bohrtürme von 16 bis 30 m H errichtet und die Bohrhütten zur Aufnahme des maschi len Teiles aufgestellt. Das Bohrloch wird im allgemei mit Rohren, die teleskopartig ineinander geschoben werd ausgekleidet, verrohrt. Man sucht den Durchmesser Rohre möglichst lange beizubehalten, ehe man zu kleineren Durchmesser übergeht. Man spart hierdurch Rohren, ferner können größere Gefäße zur Entfernung Schlammes und später zur Förderung des Öles herunter lassen werden. Die Rohrkolonne, wie man die mit ander verschraubten Rohre gleichen Durchmessers zu zeichnen pflegt, wird öfter bewegt, d. h. angehoben wieder gesenkt, damit ein Festklemmen vermieden w Es werden auch zwecks Rohrersparnis die Ro kolonnen, soweit sie innerhalb der vorhergehen Rohrkolonne stehen, aber nur selten, ganz vor endigung der Arbeiten wieder herausgezogen, um anderweitig zu verwenden. Die im Gebirge stehende Lä einer Rohrkolonne richtet sich nach den geologischen V hältnissen und beträgt im Durchschnitt 100 bis 150 m. Z Bewegen und Ziehen der Rohre sind bei großen Tiefen hebliche Kräfte notwendig, und man ist zur Einsch tung von Flaschenzügen gezwungen. Immerhin muß Motor zeitweise ein hohes Drehmoment entwickeln.

Das stoßende Bohren

Beim Stoßbohren bohrt man durch Anheben Fallenlassen des Bohrwerkzeuges, des sogenannten Meiß Nach jedem Schlag ist es notwendig, den Meißel um setzen, damit ein rundes Loch entsteht. Das nach Schlag losgelöste Gestein muß aus dem Bohrloch entfe werden, damit die Sohle rein bleibt und die Schlagwirk höher wird.

Man unterscheidet zwei Hauptarten des stoßen Bohrens: das Gestängebohren und das Seilbohren.

Das Gestängebohren

Hierbei unterscheidet man zwei Abarten: Trock bohren und Spülbohren.

Beim T r o c k e n b o h r e n ist der den Schlag auf Bohrlochachse ausübende Meißel an einem vollen stänge, beim S p ü l b o h r e n an einem Hohlgestänge gebracht. Das Gestänge wird durch einen Schwengel, a Balanzier genannt, bewegt, einen Schwinghebel, an des einem Ende das Bohrgestänge, an dessen anderm E die Antriebskurbelstange befestigt ist. Um Gestän brüche beim Aufstoßen des Meißels auf die Bohrl sohle zu vermeiden, schaltet man zwischen Meißel Gestänge ein elastisches Zwischenglied, die Rutschsch oder eine Federbatterie oder einen Luftzylinder z Abfangen der Prellungen an entsprechender Stelle Eine andere Art des Stoßbohrens, wobei Gestän brüche so gut wie ausgeschaltet werden, bildet Freifallgerät, das nicht nur bei Trockenbohrung, sond im Gegensatz zur Rutschschere auch bei Spülbohrung v wendet wird. Die Rutschschere und das Freifallgerät wirken, daß der Meißel unabhängig vom Gestänge e Bewegung ausführen kann und somit eine Stauchung Bohrstangen vermieden wird.

Den Schmand beseitigt man bei der Trockenbohr durch den Schmand- oder Schlammlöffel, der das mit Grundwasser vermischte Bohrmehl aufnimmt. Der Lö wird hochgezogen und oben entleert. Bei der Spülb rung wird ständig ein Druckwasserstrom, meist mit T schlamm vermengt, auf die Bohrlochsohle gebracht hierdurch der Bohrschmand nach oben geförd Man unterscheidet mittelbare und unmittelbare S lung. Bei der ersten wird die Spülflüssigkeit durch Gestänge auf die Bohrlochsohle geleitet und der Schm steigt zwischen Gestänge und Verrohrung nach oben, der zweiten ist es umgekehrt; das bietet besondere Vort für die genaue Feststellung der durchbohrten Gebir schichten.

Der kanadische Bohrkran

ie kanadische Gestängebohrart, Abb. 1, ist ein Trok-hren mit steifem Vollgestänge, einer Rutschschere inem hochgelagerten Schwengel. Das Gestänge ist hwengelkopf mittels einer Kette befestigt, die zu einer n Winde läuft und in dem Maße, wie die Bohrung hreitet, nachgelassen wird. Der Schwengel wird durch uf der Hauptwelle sitzende Kurbel angetrieben. Der lzapfen ist zur Veränderung der Höhe des Hubes ckbar. Der Hub beträgt gewöhnlich 40 bis 75 cm n 1 min werden 30 bis 60 Schläge ausgeführt. Die gwirkung wird durch den freien Fall des Bohrwerk-s erzeugt und ist bei gleichem Bohrzeuggewicht um so r, je größer die Hubhöhe ist. Damit ein Freifall zu-kommt, ist die richtige Einstellung der Schlagzahl der Anzahl der Umdrehungen der Antriebsmaschine ndig. Allgemein sinkt die Schlagzahl bei größer ndem Hub.

ur Ausführung der Nebenarbeiten, bestehend aus rn des Schmandes, Ziehen oder Bewegen der Rohre, u Fangarbeiten dient eine über der Kurbelwelle in löhe des Schwengels gelagerte Fördertrommel und chöpf- oder Schmandtrommel. Die Trommeln werden s Riemen von der Hauptwelle angetrieben. Die n werden vom Bohrmeister durch Riemenspannrollen ückt, beim Bohren liegen sie lose auf den Trommel-en. Beim Senken des Schmandlöffels oder Einlassen estänges wird die betreffende Spannrolle nur so weit n Riemen gedrückt, daß sich die Scheibe der Trommel dem stillstehenden Riemen, der gewissermaßen als se wirkt, gerade noch bewegen kann. Das Förder-iuft von der Trommel über eine in der Turmkrone rte Rolle zum Bohrloch. Für das Gestängeziehen ohrebewegen werden bei großen Tiefen mehrrollige enzüge benutzt. Die Bandbremsen für die Trom-werden vom Bohrführerstand aus betätigt.

er Motor treibt die Hauptwelle des Bohrkrans über iemen- oder Zahnradvorgelege an. Bei Antrieb über ahnradvorgelege ist das Ritzel mit der Motorwelle eine elastische Kupplung verbunden.

ur Einstellung der Schlagzahl beim Bohren muß man rehzahl des Antriebsmotors um 50 vH bei gleichblei-m Drehmoment, bezogen auf die Leistung beim n, verringern können. Für das Nachbohren werden niedrigere Schlagzahlen gewünscht, denen eine Ver-rung der normalen Drehzahl um 60 vH bei rd. 75 vH ormalen Drehmomentes beim Bohren entspricht.

er Kraftbedarf beim Bohren richtet sich nach den ischen Verhältnissen, der Tiefe und dem Durch-r des Bohrloches. Er verläuft ohne nennenswerte n. Da die Nebenarbeiten das Bohren unterbrechen, et man danach, diese so schnell wie möglich durchzu-n und läßt die Antriebsmaschine mit ihrer größten ahl laufen. Mit Ausnahme des Rohrebewegens han-s sich hierbei um eintrümiges Fördern mit großen nleistungen. Das Rohrebewegen erfordert trotz des enzuges im allgemeinen den größten Kraftaufwand. rößere Kraftbedarf für die Nebenarbeiten gegenüber im Bohren benötigten Leistung bedingt, daß die Be-ng des Motors entsprechend den hohen Spitzen-ngen erfolgt, wobei selbstverständlich die zulässige stbarkeit ausgenützt wird.

ei elektrischem Antrieb wird meist der Drehstrom-hronmotor mit Widerstandsregelung im Läuferkreis ndet. Man regelt ihn durch einen Steuerschalter oder egelwalze mit getrennten Widerständen. Das Regel-betätigt man vom Bohrmeisterstand in der Nähe des oches aus, mittels Gestänge- oder Seilübertragung.

ie elektrische Ausrüstung wird zweckmäßigerweise em besonderen Häuschen aufgestellt. In den Fällen, plosible Gase zu erwarten sind, müssen die Motoren eräte explosionssicher ausgeführt werden, wenn die llung in entsprechender Entfernung vom Bohrloch nicht genügen sollte.

Schnellschlagbohren

n den letzten drei Jahrzehnten wurden zur Erreichung größeren Bohrfortschrittes die sogenannten Schnell-bohrgeräte entwickelt. Grundsätzlich unterscheiden sich diese von dem kanadischen Bohrkran dadurch, daß die Schlagwirkung nicht durch den freien Fall des Meißels erzeugt wird, sondern der Meißel mit dem Gestänge fest verbunden und das Gestänge auch im Augenblick des Schlages gespannt bleibt. Die höchste Schlagzahl in 1 min der Schnellschlagbohrgeräte beträgt je nach der Bauart 80 bis 150, der Hub 80 bis 200 mm. In der Regel wird bei diesem Bohrverfahren mit Dickspülung gearbeitet. Nach der Bauart lassen sich in der Hauptsache die Schnellschlagbohrgeräte in zwei Gruppen einteilen: Bohrgeräte mit federndem Schwengel und Seilschlagbohrgeräte.

Bei den Bohrgeräten mit federndem Schwengel, von denen die Bauart Raky eines der bekanntesten ist, erfolgt das Bohren mittels steifen Gestänges ohne Rutschschere oder Freifallgerät, selbst bis zu den größten Tiefen. Trotzdem sind Gestängebrüche nicht zu befürchten, da das Gestänge durch Einstellvorrichtungen, die auf Federn wirken, stets im gespannten Zustand erhalten wird. Beim Bohren kommt demnach die Elastizität des Gestänges und der Federbatterien derart zur Geltung, daß der Meißel bei Stillstand die Bohrlochsohle noch nicht berührt, und erst, wenn das Gerät in Tätigkeit ist, tippt der Meißel mit kräftigem Schlag auf die Bohrlochsohle. Die Hubhöhe ist zwischen 80 bis 200 mm einstellbar und bedingt eine Anpassung der minutlichen Schlagzahl, deren richtige Wahl für einen guten Bohrfortschritt besonders wichtig ist.

Beim Rakyschen Bohrkran, Abb. 2 und 3, ist der Schwengel hängend auf einem Federkissen angeordnet, das das Bohrgestänge ständig in Zugspannung hält. Die Federzahl und auch die Federspannung kann je nach der Belastung des Schwengels, die mit wachsender Tiefe ansteigt, geändert werden. Das eine Schwengelende trägt mit einer Nachlaßschraube das Bohrgestänge, am andern langen Schwengelende greift die Pleuelstange an. Die Schlagzahl beträgt bis 120 in 1 min. Die Fördertrommel ist unterhalb des Bohrschwengels angeordnet. Sie besteht aus zwei Trommeln mit verschiedenen Durchmessern, damit man zwei dünne Seile zum Fördern verwenden kann.

Abb. 2 und 3
Schnellschlag-Bohrkran, Bauart Raky, mit elektrischem Antrieb

a Bohrschwengel
b Federbatterie
c Bohrgestänge
d Nachlaßschraube
e Bohrloch
f Zugstange
g Kurbelwelle
h Schmandtrommel
i Reibkupplung
k Bremsscheibe
l Fördertrommel
m Förderseil
n Turmrollen
o Spülschlauch
p Antriebscheibe für Kernbohren
q Nachlaßvorrichtung für das Kernbohren
r Gewichtausgleich für das Bohrgestänge beim Kernbohren
s Riemenvorgelege
t Elektromotor

Abb. 4 und 5
„Universal“-
Spülbohrkran,
Bauart Wirth-Fauck

a Bohrschwengel
b Kopfscheibe
c Federbatterie
d Zugstange
e Exzenterwelle
f Leitrolle
g Nachlaßvorrichtung
h Flach-Bohrseil
i Fördertrommel
k Verstellbares Zahnradvorgelege
l Schmandtrommel
m Seiltrommel für Seilbohren
n Bohrloch
o Flaschenzug
p Turmrollen
q Förderseil
r Löffelseil
s Bohrseil für Seilbohren
t Antriebseil
u Kupplung
v Antriebskette
w Spülschlauch
x Bohrgestänge
y Riemenvorgelege
z Elektromotor

Über dem Bohrschwengel ist die Schmandtrommel, die gewöhnlich mittels Kette von der Zwischenvorgelegewelle angetrieben wird, gelagert.

Das Bohrgerät wird in folgender Weise angetrieben: Der Motor treibt über ein Riemenvorgelege die mit einer Reibungskupplung versehene, auf der Hauptwelle sitzende Riemenscheibe an. Am andern Ende befindet sich das die Kurbelwelle antreibende Zahnradvorgelege. Die Fördereinrichtung wird über ein Zwischenvorgelege durch verschiebbare, auf der Hauptwelle angeordnete Zahnräder angetrieben, die ein Fördern mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten zulassen.

Für das Kernbohren ist ein besonderer Bohrwagen erforderlich und außerdem eine besondere Einrichtung am Bohrkran selbst vorhanden, die im wesentlichen aus der Ausgleichs- und der Nachlaßvorrichtung für das Bohrgestänge besteht. Der Bohrwagen, der im Turm auf einer Bühne aufgestellt ist, wird von einer auf der Hauptwelle sitzenden Riemenscheibe angetrieben.

Ein andres, sehr verbreitetes Schnellschlagbohrgerät mit federndem Schwengel ist der von F a u c k ausgebildete und von der Tiefbohr-A.-G. in Witkowitz gebaute E x p r e ß b o h r k r a n, der auch von W i r t h, Erkelenz, unter dem Namen U n i v e r s a l - S p ü l b o h r k r a n, Abb. 4 und 5, vertrieben wird. Seine Schlagzahl beträgt bis 150 in 1 min. Das Gestänge befestigt man am Schwengel mittels Flachseils, das dem Bohrfortschritt entsprechend stetig nachgelassen wird. Die Fördereinrichtungen sind vom eigentlichen Bohrkran getrennt und bei Bohrungen nach Erdöl so ausgebildet, daß unmittelbar nach Fündigwerden des Bohrloches die Ölförderung aufgenommen werden kann. Der Schwengel ist um ein festes Auflager drehbar, wobei an dem einen Schwengelarm, der mittels einer in einem Exzenter gelagerten Zugstange angetrieben wird, durch ein Handrad einstellbare Federn angebracht sind. Die Federn bewirken einen Ausgleich des Gestängegewichtes. Das Tragseil für das Gestänge läuft von einer durch eine Nachlaßvorrichtung bedienbaren Seiltrommel über eine feste Rolle zu einer verschiebbaren Kopfrolle am andern Schwengelarm. Das Gestänge bleibt stets gespannt und folgt genau den Bewegungen des Bohrschwengels, da zwischen Exzenter und Gestänge keine federnden Teile eingeschaltet sind.

Das Universalbohrgerät gestattet außer dem Bohren nach dem Schnellschlagverfahren unter Zufügung gewisser Teile noch das Bohren nach dem kanadischen oder sylvanischen Verfahren.

Bekannt ist auch das von Joh. B r e c h t e l, wigshafen, unter dem Namen k o m b i n i e r t e r B k r a n hergestellte Bohrgerät, Abb. 6 und 7, mit man nach folgenden Verfahren bohren kann: Tro und Spülbohren, Schnellschlag- und Freifallb und unter Hinzufügung des Bohrwagens auch Drehbohrung ähnlich wie beim Rakyschen gerät. Beim Übergang von Schnellschlag- auf Fr bohren wird die kleine Kurbel durch eine große e das Freifall-Räderpaar eingesetzt, die Federbatterie gespannt und der Prellbock aufgestellt.

Der von der A.-G. für Tiefbohrtechnik und Masch bau, vorm. T r a u z l & C o. in Wien entwickelte R a B o h r k r a n, Abb. 8 und 9, hat im Gegensatz zu de kyschen und Fauckschen Bohrkran keinen durch eine belstange bewegten Schwengel, an dem das Bohrges unmittelbar oder mittels Seiles befestigt ist. Beim I Bohrkran ist das das Bohrgestänge tragende Fla über eine zum Zwecke des Freilegens des Bohrloch Einführen von Werkzeugen und Röhren nach der kranseite ausschwingbare, über dem Bohrloch befin Kopfrolle geführt. Von dieser läuft das Seil über tiefer liegende feste Leitrolle, eine in einer senkre Führung durch Kurbelantrieb auf- und abwärtsbew Seilrolle und eine auf einem federnden Schwenge lagerte Seilrolle zu der Bohrseiltrommel, die entspre dem Bohrfortschritt ein Nachlassen des Bohrseile stattet. Der Schwengel mit der auf ihm angeord

Abb. 6 und 7
Kombinierter Bohrkran für Freif
Schnellschlag- und Rotationsbohr

a Bohrschwengel
b Federbatterie
c Gestängegewichtausgleich
d Bohrgestänge
e Gestängenachlaßschlüssel für Schlagbohren (Freifall- und Schnellschlag)
f Bohrloch
g Hauptantriebswelle
h Schlagwelle
i Fördertrommel
k Schmandtrommel
l Zugstange
m Auswechselbare Kurbel für Freifall- und Schnellschlagbohren
n Antriebscheibe mit Reibkupplung
o Bremsscheibe für Fördertro
p Antriebscheibe für Rotatio (Kern-)Bohren
q Förderseil
r Schmandseil
s Spülschlauch
t Turmrollen
u Bohrwagen
v Nachlaßvorrichtung für Ke bohren
w Gewichtausgleich des Bohr gestänges beim Kernbohre
x Prellbock für Freifallbohre
y Riemenvorgelege
z Elektromotor

›id-Bohrkran
gelege
öpfhaspel
:tromotor
›frolle
rückvorrichtung mit Seil
ıdseil
ıdseilrolle
ıdseilrolle auf federndem
wengel
ıdseilrolle gleitend
ernder Schwengel
erbatterie
stellvorrichtung
·belwelle
·belstangen
ıdseiltrommel
hlaßvorrichtung
:bel für rasches Nach-
en
te und Stange zum Ein-
:en des Vorgeleges
gelege
menscheibe
ıdbremse
›el für die Bandbremse
menspannhebel
nnrolle
riebsriemenscheibe
ıchenzugtrommel
dertrommel
lschlauch
ırgestänge
fel
ıchenzug
mrolle für das Förderseil
derseil
mrolle für das Löffelseil
felseil
bkupplung
›plung
ıdbremse mit Bremshebel

Abb. 8 und 9
„Rapid"-Bohrkran

lle ist an dem einen Ende drehbar gelagert, wäh- das andere Ende an einstellbaren Federn hängt, rch ein federnder Gestängeausgleich bewirkt wird. erät gestattet eine Schlagzahl bis 100 in 1 min bei veränderlichen Hubhöhe von 100 bis 500 mm.

och über den Seilführungsrollen befinden sich Förder- und eine Flaschenzugtrommel, die über Zahnradvorgelege, das mittels Riemens von der twelle angetrieben wird, einzeln in Bewegung ge- werden können. Der Riemen wird hierbei durch Spannrolle ähnlich wie beim kanadischen Bohrkran pannt. Getrennt vom Bohrkran ist ferner noch ein fhaspel angeordnet, mit dem beim Trockenbohren ge- t oder nach Fündigwerden des Bohrloches gefördert en kann. Bohrgerät, Schöpfhaspel und die Spül- e werden über ein Riemenvorgelege angetrieben.

ezüglich des Antriebsmotors für ein Schnell- g-Bohrgerät mit federndem Schwengel gilt an- nd das gleiche wie bei dem kanadischen Bohr- hren. Zur Einstellung der Schlagzahl muß man rehzahl des Motors um etwa 60 vH bei gleichbleiben- Drehmoment, bezogen auf die Leistung beim Bohren, dern können. Die oft gewünschte Feinreglung bei eb durch Asynchronmotoren kann durch zwei Regel- n oder Steuerschalter erreicht werden, wovon der zur Grobreglung und der andre zur Feinreglung

ür die Spülpumpen wird getrennter Antrieb vorge- , auch hier müssen die Motoren, gewöhnlich zwei, einer als Ersatz, um etwa 30 vH bei gleichbleiben- Drehmoment regelbar sein, damit man die Menge und Druck der Spülflüssigkeit den jeweiligen Verhält- ı anpassen kann.

eilschlagbohrgeräte. Das Kennzeichnende des Bohrverfahrens ist die Ausnutzung der Elastizität eines über die Turmrollen des Bohrturmes und über eine lose Rolle laufenden Drahtseiles. An der losen Rolle ist das eigentliche Bohrgestänge befestigt. Elastische Zwischenglieder in Form von Rutschschere, Freifallgerät oder Federn zur Vermeidung von Stauchungen des Gestänges kommen nicht in Frage. Man unterscheidet hinsichtlich der Ausbildung der Seilschlagbohrgeräte:

Abb. 10
Indischer Spülbohrkran

a Bohrseiltrommel
b Fördertrommel
c Bohrseil
d Förderseil
e Hubseil
f Seilschuh
g Bohrseilrolle
h lose Rolle (Hampelmann)
i Bohrgestänge
k Bohrloch
l Spülschlauch
m Antriebskurbel
n Treibkette
o Flaschenzug
p Schmandtrommel
q Löffelseil
r Löffelseilrolle
s Schmandlöffel
t Riemenspannrolle
u Bremse
v Riemenvorgelege
w Elektromotor

a) Geräte mit Kurbelantrieb. Bei dem indischen Spülbohrkran, Abb. 10, ist das Bohrseil auf eine Trommel aufgewickelt und läuft von dieser über eine feste Rolle in der Turmkrone und eine lose Rolle zu einem Befestigungspunkt im Turme. Beim Bohren wird das Seil kniehebelartig mittels des Hubseiles durch eine Kurbel angezogen und hierbei die lose Rolle nebst dem Bohrgestänge gehoben. Beim Kurbelrückgang wird das Hubseil durch das fallende Gestänge wieder straffgezogen. Die hochgelagerte Schmandtrommel, die auch zum Heben des Gestänges und zum Rohrbewegen benutzt wird, wird durch einen Riemen, der durch eine Riemenspannrolle gespannt werden kann, angetrieben. Die Schlagzahl beträgt rd. 35 bis 70 in 1 min. Der Hub ist durch Umstecken der Kurbel zwischen 20 bis 40 cm einstellbar. Die Antriebdrehzahl muß um 50 vH bei gleichbleibendem Moment geregelt werden können. Für die Spülpumpen wendet man gleichfalls getrennten Antrieb mit Regelung der Drehzahl wie bei den Schnellschlagbohrgeräten mit federndem Schwengel an.

b) Geräte mit Schlagwerk. In letzter Zeit sind Bohrgeräte mit Schlagwerk, sogenannte Seilschlagbohrkrane, Abb. 11 und 12, zuerst von R. Meyer, Duisburg, entwickelt worden, die besonders in Rumänien eine schnelle Verbreitung fanden. Das Bohrseil ist ähnlich wie beim indischen Spülbohrkran geführt. Das Seil ist auf eine Trommel aufgewickelt und läuft von dieser über eine feste Rolle in der Turmkrone und eine lose Rolle über dem Bohrloch zu einer Schwinge in der Turmkrone. Von dem andern Schwingenarm führt das Schlagseil oder Schlaggestänge zur Schwinge des Schlagwerkes des Bohrgerätes. Das Schlagwerk wird von der Kurbelwelle mittels einer Treibstange bewegt. Ein Ausgleichzylinder, dessen Kolbenstange an der Schlagschwinge des Bohrgerätes angreift, gleicht einen Teil, etwa zwei Drittel des Bohrgestängegewichtes aus. Der Ausgleichzylinder unterstützt mittels eines Luftkissens das Kurbelgetriebe beim Anheben des Meißels und bremst es beim Fallen ab. Dadurch wird eine Verzögerung der Fallbewegung hervorgerufen und die hierbei auftretende Verzögerungskraft erzeugt eine elastische Dehnung des Gestänges, die bewirkt, daß ein wuchtiger Schlag auf die Bohrlochsohle ausgeübt wird.

In der Hauptsache umfaßt das Seilschlagbohrgerät mit Schlagwerk eine Vorrichtung, um das Bohrzeug einzulassen und aufzuholen: das Windwerk; eine Vorrichtung, um das Bohrzeug in auf- und abwärtsgehende Bewegung zu versetzen: das Schlagwerk; eine Vorrichtung, zum Ausgleich des Bohrzeuggewichtes: den Ausgleichzylinder. Hinzu kommen noch verschiedene Zahnradübersetzungen im Getriebe des Bohrgerätes, mit denen man die Schlagzahlen und die Fördergeschwindigkeit stufenweise ändern kann.

In der Regel wird mit Dickspülung (Tonschlamm mit einem spez. Gewicht von rd. 1,4) gearbeitet. 60 bis 90 und mehr Schläge werden in 1 min ausgeführt bei einer Hubhöhe von 100 bis 200 mm. In diesem Bereich wird die Hubhöhe durch Umstecken des Schlagbolzens am Schlagwerk geändert. In den seltensten Fällen wird trocken gebohrt mit rd. 600 mm Hub und 40 bis 45 Schlägen in 1 min. Mit der gleichen Schlagzahl wird beim Nachbohren gearbeitet.

Die Fördertrommel oder das Windwerk ist mit dem Schlagwerk konstruktiv vereinigt. Sie dient bei angezogener Bremse zum Festhalten des Bohrseiles beim Bohren und nach Lüftung der Bremse zum Einlassen und Hochziehen des Gestänges zwecks Auswechslung des Meißels und zum Rohrebewegen. Das Bohrseil läßt man entsprechend dem Bohrfortschritt nach, entweder durch eine selbsttätige Nachlaßvorrichtung, die die Bohrseiltrommel millimeterweise bewegt, oder durch die ruckartige Bewegung des Bohrseiles beim Bohren, wodurch die Trommel unter der nicht ganz festgezogenen Bremse zu einer geringen Drehung gezwungen wird. Das Bohrloch reinigt man beim Trockenbohren mittels einer besonderen Schmandtrommel.

Zur Gewinnung von Bohrkernen durch drehendes Bohren ist auch am Seilschlagbohrgerät meistens eine besondere Riemenscheibe eingebaut, von der aus der Bohrwagen angetrieben wird.

Abb. 11 und 12
Seilschlagbohrkra

A Getriebeplan
B Gesamtanordnung
a Fördertrommel
b Schlagschwinge
c Ausgleichzylinder
d Kurbeltrieb
e Vorgelegewelle
f Kupplungen
g Bremse
h Antriebscheibe
i Kompressor
k Schöpfhaspel
l Vorgelege
m Kupplung
n Elektromotor
o Turmrolle
p Schwinge in der Turmrolle
q Lose Rolle
r Bohrloch

Der Motor treibt mittels Riemens ein Vorgel von dem die Bewegung ebenfalls mittels Riemens a Bohrgerät übertragen wird. Vom gleichen Vo werden gewöhnlich die Spülpumpe und der Kom zur Erzeugung der Druckluft für den Ausgleichz angetrieben. Die Schmandtrommel wird entweder Riemen angetrieben oder durch Kupplung mit de gelege verbunden, oder sie erhält einen besonder trieb, damit man sie nach beendeter Bohrung zu dern benutzen kann.

Nach den im Bohrgerät eingebauten Zahnradv gen bestimmt sich der Regelbereich des Motors. malerweise genügt eine Verminderung der Drehza 35 vH. Eine Umkehrbarkeit des Motors ist meis

Abb. 13 und 14
Pennsylvanischer Bohrkran

a Bohrschwengel
b Bohrseil
c Nachlaßschraube
d Bohrloch
e Treibscheibe
f Seilscheibe
g Große Fördertrommel
h Kleine Fördertrommel
i Schmandtrommel
k Bedienungshebel für die Schmandtrommel
l Bremse
m Förderseil
n Schmandseil
o Schmandlöffel
p Flaschenzug
q Turmrollen
r Antriebskette
s Antriebseil
t Riemenvorgele
u Elektromotor

Abb. 15
Diamantbohrkran

a Kegelrädergetriebe
b Antriebscheibe
c Bohrgestänge
d Gleitkeil
e Seil-Nachlaßtrommel
f Gewichtausgleich
g Leitrolle
h Turmrolle
i Spülschlauch
k Bohrwerkzeuge
l Riemen-Vorgelege
m Elektromotor

erforderlich, da die Geräte eine mechanische Einrichtung für die Uukehr der Drehrichtung besitzen. Da der Motor außer dem Bohrgerät die Spülpumpe und den Kompressor über ein Riemenvorgelege anzutreiben hat, so ist er entsprechend groß zu bemessen.

Das Seilbohren

Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber dem Gestängebohren besteht im wesentlichen darin, daß namentlich bei großen Tiefen viel Zeit bei dem Aufholen und Einlassen des Meißels gespart wird. Deshalb kann man, um einen größeren Bohrfortschritt zu erreichen, die Bohrlochsohle vom Schmand öfter befreien. Einen Nachteil hat das Seilbohren jedoch insofern, als das Umsetzen des Meißels nicht nachprüfbar ist und das Seilbohrgerät nur in nicht stark geneigten Schichten verwendet werden kann. Zu Fangarbeiten muß ferner stets steifes Gestänge bereitgehalten werden.

Verwendet werden zwei Arten von Seilen: Torsionsseile, d. h. solche mit Drall, oder gestreckte Seile. Die Torsionsseile gestatten ein selbsttätiges Umsetzen des Meißels, während das gestreckte Seil durch den Krückelführer wie beim Gestängebohren umgesetzt wird. Zwischen Meißel und Seil ist eine starke Schwerstange und eine Rutschschere eingeschaltet. Für das Seilbohren sind verschiedene Seilbohrkrane entwickelt worden, jedoch ist das pennsylvanische Bohrverfahren am verbreitetsten.

Abb. 15 bis 18
Rotary-Bohrkran

A Drehtisch
B Windwerk
C Elektromotor
a Drehtischplatte
b Kugellager
c Mitnehmerstücke
d Mitnehmerstange
e Kegelrad
f Ritzel
g Antriebswelle
h Antriebskettenrad
i Seiltrommel
k Bandbremse
l Vorgelegewelle
m Ketträder
n Klauenkupplungen
o Steuergestänge
p Spill
q Kettenradvorgelege
r Flaschenzug
s Bohrseil
t Bohrhaken mit Abzugfeder
u Spülschlauch

Der pennsylvanische Bohrkran

Der pennsylvanische Bohrkran hat, wie der kanadische, einen gleicharmigen Schwengel mit Kurbelantrieb, Abb. 13 und 14. Das Bohrseil ist auf der großen Fördertrommel aufgewickelt und wird über eine Turmrolle zur Nachlaßschraube am Schwengel, wo es festgeklemmt ist, und von dort ins Bohrloch geführt. Das Bohrseil läßt man beim Bohrfortschritt durch die Nachlaßschraube nach. Die Schmandtrommel ist mit dem einen Ende in einem Hebel drehbar. Der Hebel dreht sich in einem Pfosten und kann durch Gestänge vom Bohrloch nach vorwärts oder rückwärts bewegt werden. Hierdurch wird die auf der Schmandtrommel befindliche Scheibe an die große Riemenscheibe angepreßt oder von dieser entfernt. Beim Andrücken an die große Riemenscheibe wird Schmandtrommel durch Reibung mitgenommen. Für Rohrebewegen verwendet man oft eine besondere För trommel, sonst erfolgt es mit Hilfe der Schmandtrom Gearbeitet wird beim Bohren mit 25 bis 60 Schläge 1 min und mit Hubhöhen von 20 bis 100 cm.

Die verschiedenen Hubhöhen bedingen eine Ein lung der Schlagzahl, und es ist deshalb eine Regelung Motordrehzahl bis um 60 vH bei normalem Drehmom bezogen auf die Leistung beim Bohren, notwendig. folge des öfteren Hochziehens des Meißels zwecks Bef ung des Bohrloches vom Schmand muß man den Mo der beim Übergang von einem Arbeitsvorgang zum and jeweils stillgesetzt wird, öfter als beim kanadischen Bo

Zahlentafel 1. Die verschiedenen Bohrverfahren

Verfahren	Kennzeichen des Bohrverfahrens			Anwendung für	Schlagzahl in 1 min	Hubhöhe cm	Motorleistung bei 1000 m Bohrtiefe	
	Bezeichnung	Arbeitsweise	Spül- oder Trockenbohren				Nennleistung des Motors entsprechend DIN und VDE-Normen kW	Bohrleist einschl. L laufarb abhängig der Schlag kW
Stoßbohren	Kanadisches Bohren	Bohren mit vollem Gestänge und Rutschschere mittels Schwengelgerätes durch Kurbel angetrieben	trocken	Alle Gebirgsarten; auch bei stark abfallendem Gebirge	30 bis 60	40 bis 75	64	rd. 25 bi
Stoßbohren	Schnellschlagbohren nach Raky „ Fauck „ Trauzl	Bohren mit hohlem Gestänge mittels Schwengelgerätes, Kurbelantrieb und eingebauter Federbatterie	mit Spülung	Alle Gebirgsarten. In stark zerklüfteten oder nachfallenden Formationen mit Dickspülung	bis 120 „ 150 „ 100	 8 bis 20 10 „ 50	ausschließlich Spü pumpe 64	rd. 15 bi
Stoßbohren	Seilschlagbohren mit indischem Spülbohrkran	An einem Bohrseil angebrachtes hohles Gestänge. Das Bohrseil ist mit dem einen Ende in der Turmkrone befestigt und läuft über eine lose Rolle, eine feste Rolle in der Turmkrone zur Seiltrommel. Durch ein Hubseil wird das Bohrseil kniehebelartig angezogen	mit Spülung	Alle Gebirgsarten. In stark zerklüfteten oder nachfallenden Formationen mit Dickspülung	35 bis 70	20 bis 40	ausschließlich Spü pumpe 64	rd. 20 bi
Stoßbohren	Seilschlagbohren mit Schlagwerk	Bohren mit hohlem Gestänge am Bohrseil, das — an einer Turmschwinge befestigt — durch Seil oder Gestänge mittels Schwinge am Schlagwerk in pendelnde Bewegung versetzt wird. Bohrgestänge ist z. T. ausgeglichen	mit Spülung, selten trocken	Alle Gebirgsarten. In stark zerklüfteten oder nachfallenden Formationen mit Dickspülung	60 bis 90, trocken 40 bis 45	10 bis 20, trocken bis 60	einschließlich Spü pumpe und Kompres 64	rd. 35 bi
Stoßbohren	Pennsylvan. Bohren	Bohren mit Seil und Rutschschere mittels Schwengelgerätes durch Kurbel angetrieben	trocken	Alle Gebirgsarten. Bei festem Gebirge nur für wagerechte oder leicht abfallende Schichten	25 bis 60	20 bis 100	50	rd. 15 bi
Drehbohren	Diamantbohren	Schleifendes Bohren mittels einer an einem Hohlgestänge hängenden, mit Bohrdiamanten besetzten Bohrkrone, meist in Verbindung mit anderen Bohrarten	mit Spülung	Festes Gebirge ohne wesentliche Nachfallneigung. Für Gase und Öle selten verwendet	Drehzahl bis 200 Uml./min		einschließlich Spü pumpe 40	rd. 10 bi
Drehbohren	Rotary-Bohren	Schneidendes Bohren mittels eines an einem Hohlgestänge hängenden Fischschwanzmeissels	mit Spülung	Vorwiegend weiches Gebirge, auch für mittleres Gebirge noch anwendbar; bei harten Gesteinschichten im Verein mit Seilbohren (kombiniertes Bohren)	Drehzahl 60 bis 150 Uml./min		ausschließlich Spü pumpen 80 oder 100	bis rd.

ren anlassen, so daß eine höhere Beanspruchung Anlaßgeräte eintritt. Bezüglich des Motors, der ng, Aufstellung usw., gelten die gleichen Ausführ wie beim kanadischen Verfahren. Bemerkt sei daß mit Vorteil auch die eingangs erwähnten polaltbaren Motoren mit Abwärtsreglung der beiden drehzahlen verwendet werden, eine Ausführung, die erika vielfach üblich ist. Die Schaltgeräte werden hierbei vom Bohrloch aus betätigt.

Das drehende Bohren

eim drehenden Bohren wird das Bohrwerkzeug in rehende Bewegung versetzt und gleichzeitig durch ewicht des Gestänges auf die Bohrlochsohle ge-. Es wird stets mit Spülung gearbeitet. Je nach

ahl- lerung eich- ndem t, be- uf die stung, I	Zahl der Regelstufen	Laststöße, bezogen auf die Nennleistung	Bemerkungen
)	10	2,5 fach	
	13 gegebenenfalls zwei Anlasser für Feinregelung	2,5 fach	Es kommen meist zwei getrennt angetriebene Pumpen mit je 20 kW Verbrauch zur Aufstellung. Drehzahl um rd. 30 vH bei Nenndrehmoment herabsetzbar
	10	2,5 fach	desgl.
35, dem lege	10	2,5 fach	Antrieb der Spülpumpe und des Kompressors normalerweise von einem gemeinsamen Vorgelege
	11	2,5 fach	Häufiges Anlassen. Für weitgehende Regelung sind hier polumschaltbare Motoren angebracht (Amerika).
i 50	13	2,5 fach	Meist gemeinsamer Antrieb von Bohrgeräten und Spülpumpen, selten getrennt angetriebene Spülpumpe
	13	3 fach	Rasche Umkehrbarkeit für das Stangenverschrauben notwendig. Die Spülpumpen, meist zwei, getrennten Antrieb. Bedarf je rd. 35 kW Drehzahl, um rd. 50 vH bei Nenndrehmoment herabsetzbar. Polumschaltbare Motoren für den Bohrkranantrieb besonders geeignet

der Härte des Gebirges muß der Meißel für eine schleifende oder schneidende Wirkung ausgebildet sein. Man unterscheidet daher: Bohren im festen Gebirge (schleifendes Bohren) und Bohren im milden Gebirge (schneidendes Bohren).

Bohren im festen Gebirge

Beim schleifenden Bohren, einem bei Schürfbohrungen und zur Gewinnung von Bohrkernen am häufigsten angewandten Bohrverfahren, wird eine an einem Hohlgestänge angebrachte Bohrkrone, ein ringförmiger Körper mit eingesetzten Bohrdiamanten oder Stahlschneiden, durch einen über dem Bohrloch angeordneten Diamantbohrkran, Abb. 15, in drehende Bewegung versetzt und dem Bohrfortschritt entsprechend nachgelassen. Das Gestänge wird mit einem Gleitkeil oder mittels Vierkantstange durch das Kegelrad hindurchgeführt und durch ein Seil, das über die Turmrolle zu einer Trommel geführt ist, derart gehalten und ausgeglichen, daß — je nach dem Durchmesser des Bohrloches oder der Zahl der Diamanten — ein Druck von 200 bis 400 kg auf die Bohrlochsohle ausgeübt wird. Das beim Bohren erzeugte Bohrmehl wird durch die Dickspülung nach oben gefördert, während der im Hohlraum der Bohrkrone sich bildende Bohrkern durch Hochziehen des Gestänges heraufgeholt wird. Der Kraftbedarf für das Bohren ist verhältnismäßig gering; er richtet sich wie beim stoßenden Bohren nach der Tiefe und dem Durchmesser des Bohrloches.

Maßgebend für die Bestimmung der Motorgröße ist auch der Kraftbedarf der Fördereinrichtung beim Hochziehen und Herablassen des Gestänges. Die Drehzahl des Bohrtisches beträgt höchstens rd. 200 Uml./min und muß, sofern die Getrieberäder nicht ausgewechselt werden, um etwa 50 vH bei normalem Moment, entsprechend der Leistung beim Bohren, regelbar sein. Die Spülpumpe wird gewöhnlich vom Bohrmotor, selten von einem besonderen Motor angetrieben.

Bohren im milden und mittleren Gebirge

Es ist ein drehendes Bohren mit dem Fischschwanzmeißel, der eine schneidende Wirkung auf das Gestein ausübt. Es stammt aus Amerika, wo es unter dem Namen Rotary-Bohrverfahren bekannt ist.

Die Rotary-Bohranlage umfaßt den Drehtisch und das Windwerk, Abb. 16 bis 18, ferner die für die Spülung erforderlichen Pumpen. Der Drehtisch besteht nach der Ausführung von Wirth, Erkelenz, in der Hauptsache aus einem großen Kegelrade, durch das das Bohrgestänge mit der vierkantigen Mitnehmerstange hindurchgeführt ist. Die Stange gleitet in dem Mitnehmereinsatzstück des Bohrtisches. Das Antriebsgestänge hängt während des Bohrens ständig am Flaschenzug und wird durch die Seiltrommel mit Hilfe der Bremse dem Fortschritt entsprechend nachgelassen. Der Antrieb erfolgt mittels Kette über Kettenräder von einem Zahnradvorgelege aus, das vom Motor angetrieben wird. Die verschiedenen Kettenräder werden durch Kupplungen ein- oder ausgeschaltet. Die Drehzahl des Bohrtisches beträgt zwischen 60 bis 150 Uml./min und nur in besonderen Fällen, z. B. beim Nachbohren, wird mit rd. 50 Uml./min gearbeitet. Das Rotary-Bohrgerät wird meistens in Verbindung mit einem Seilbohrkran verwendet. Bezüglich der Bemessung der Motorleistung gilt das gleiche wie beim Diamantbohren. Im Verlaufe des Bohrens schwankt die Leistung hierfür sehr stark. Die Drehzahl zum Bohren muß um etwa 55 vH bei normalem Drehmoment, bezogen auf die Leistung beim Bohren, regelbar sein. Für das Nachbohren ist eine Verminderung der Grunddrehzahl um rd. 75 vH bei etwa einem Drittel des normalen Momentes notwendig. Die elektrische Einrichtung muß eine rasche Umkehr der Drehrichtung für das Stangenverschrauben und eine nicht zu grobstufige Regelung ermöglichen. Die getrennt angetriebenen Spülpumpen erfordern eine verhältnismäßig hohe Antriebsleistung und die Möglichkeit, die Drehzahl um rd. 50 vH bei normalem Moment zu vermindern.

Wegen des großen Regelbereiches ist es beim Rotarybohren sehr zweckmäßig, polumschaltbare Motoren mit Widerstandsregelung beider Grunddrehzahlen zu verwenden; auch kann man Drehstrom-Kollektormotoren mit Vorteil anwenden. Die Schaltgeräte muß man vom Bohrführerstand aus in der Nähe des Bohrloches bedienen können.

Eine Abart des Rotary-Bohrkranantriebes ist die Bauart Hild. Das Wesen dieses Antriebes besteht darin, daß über ein Ausgleichgetriebe zwei Motoren die Drehbewegung des Tisches und die selbsttätige Reglung des Druckes des Meißels auf die Bohrlochsohle mittels der Seiltrommel betätigen.

Schlußbemerkung

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß für jedes Bohrverfahren ohne weiteres ein entsprechender elektrischer Antrieb entworfen werden kann. Die Motoren müssen für hohes Anzugsmoment, etwa für das 3fache des normalen ausgeführt sein, der rauhe bedingt ferner eine kräftige Ausführung des Moto den Fällen, wo explosible Gase zu erwarten sind, entsprechenden Schutz gegen ihre Entzündung S tragen. Die Motoren müssen während längerer Z verminderter Drehzahl laufen können, wobei der zahlbereich je nach dem betreffenden Bohrve verschieden ist, und das bei den verschiedenen zahlen verlangte Drehmoment sich auf die L des Motors beim Bohren und nicht auf die Nebenarbeiten bezieht. Die Anlaß- und Rege müssen auch kräftig gebaut sein; für die Regel eine möglichst hohe Stufenzahl erforderlich. Ei antrieb der Regelgeräte durch Gestänge oder immer notwendig. Die den elektrischen Antrieb zeichnenden Merkmale der geschilderten Bohrve sind in Zahlentafel 1 enthalten. [B

Werkstattprüfung von Schweißungen[1]

In den letzten Jahren hat die Schweißtechnik eine außerordentliche Verbreitung gefunden, nachdem sich ergeben hat, daß das Schweißen bei Verbindung von Teilen aus Eisen, Kupfer oder Aluminium wesentlich wirtschaftlicher ist als das Nieten. Trotzdem wird auf vielen Gebieten der Nietung heute noch der Vorzug gegeben, obwohl die Schweißung berufen ist, sie allmählich zu verdrängen. Es liegt das daran, daß man der Schweißung nicht das Vertrauen entgegenbringt, wie der Nietung, daß sie bei hochbeanspruchten Teilen den auf sie einwirkenden Beanspruchungen gewachsen ist.

Zwar besteht darüber kein Zweifel, daß eine sachgemäße Schweißung zum mindesten dieselben Kräfte übertragen kann, wie eine sachgemäße Nietung, daß sie sogar in dieser Hinsicht der Nietung überlegen ist, aber bei dem heutigen Stande der Schweißerausbildung ist man leider oft nicht sicher, daß eine Schweißung sachgemäß ausgeführt ist. Eine schlechte Schweißung kann aber bei hochbeanspruchten Teilen eine große Gefahr bieten. Deshalb ist den Behörden auch nicht zu verdenken, wenn sie im Dampfkesselbau, Bau von Eisenkonstruktionen, Brücken und auch zum Teil im Schiffbau die Schweißung an Stelle der Nietung nur im beschränkten Umfange zulassen und auch dann nur, wenn sie durchaus sicher sind, daß sie bei den die Schweißung ausführenden Stellen zuverlässiger Arbeit sicher sind.

Bei der Nietung kann durch Bauüberwachung, Abnahme und Werkstoffprüfung der verwandten Baustoffe jederzeit eine vollkommene Sicherheit gewonnen werden, daß sachgemäße Arbeit, die zu keiner Gefahr Anlaß gibt, geleistet ist. Bei der Schweißung versagen diese Mittel im allgemeinen. Auch die schärfste Bauüberwachung wird nicht verhindern können, daß der Schweißer in einem unbewachten Augenblick einen schwerwiegenden Fehler macht. Bei der Abnahme ist dieser meist auch nicht zu finden; denn eine Schweißung kann äußerlich recht gut aussehen und doch nichts taugen. Im Innern ist sie aber nur durch Zerstörung der Arbeit zu untersuchen. Die Werkstoffprüfung kann ergeben haben, daß der Werkstoff den Ansprüchen genügte, verhindert aber nicht, daß er beim Schweißen verdorben wird. Es bleibt also nur übrig, einzelne Schweißungen stichweise aus der Reihe herauszunehmen und durch Zerstörung zu prüfen, oder solche Prüfungen an besonderen Probestücken vorzunehmen.

Auch das würde schon einen großen Fortschritt bedeuten, denn man wäre dann wenigstens sicher, daß nicht Schweißer, die unzuverlässig sind oder noch nicht die nötige Geschicklichkeit haben, an Arbeiten gestellt werden, von deren sachgemäßer Ausführung Gesundheit und Leben der Mitmenschen abhängt. Den Werken muß ebenso daran gelegen sein wie den Behörden, daß sie gute Arbeit liefern.

Aber auch solche Prüfungen sind nicht einfach. Die bei gewöhnlichen Baustoffen üblichen Prüfverfahren wie Zerreißproben, Schlagzerreißproben, Kerbschlagproben u. a. lassen sich ohne weiteres auf Schweißungen nicht anwenden. Bei einem geschweißten Arbeitstück hat man es nicht mit einem einheitlichen Gefüge zu tun, sondern mit verschiedenen, stark voneinander abweichenden Gefügezon des Baustoffes selbst, der Schmelzzone der Schwei der durch Wärmeeinflüsse stark beanspruchten Übe zone von Schweiße zu Baustoff. Ferner können a ringe Poren und Schlackeneinschlüsse das Ergeb Prüfung stark beeinflussen. Deshalb geben solch fungen meist nur dann eine gewisse Sicherheit, wenn Fachleuten des Materialprüfwesens ausgeführt wer sich nicht so leicht zu Trugschlüssen verleiten lass den, wie dies bei Nichtfachleuten der Fall sein kann. ergibt sich nun wieder, daß die Behörden zur Zei nur Firmen in beschränktem Umfange zu hochv Arbeiten zulassen können, soweit eine Prüfung der gen, was Güte der Schweißen anbelangt, durch M prüfämter möglich ist.

Dieser Zustand gab dem Fachausschuß für Schw nik beim V. d. I. Anlaß, nach einem Prüfverfahren zu das auch von Nichtfachleuten mit Sicherheit und o Trugschlüsse zu befürchten sind, durchgeführt werde um die Zulassung von weiteren Werken zu hoch Arbeiten auf Grund von Prüfungen durch Abnahm Beamte der Kesselüberwachungsvereine usw. zu lichen und den ausführenden Werken selbst eine Han geben, sich auch ohne die Hilfe der Materialprüfä durch Sachverständige des Materialprüfwesens mit Beamten über die Güte der verwendeten Schweißst die Zuverlässigkeit ihrer Schweißer laufend zu unte

Die Arbeiten der Gruppe für Arbeitsverfahren nannten Fachausschusses sind jetzt abgeschlossen den Mitteilungen des Fachausschusses veröffentli Fachausschuß hat sich in gemeinsamer Arbeit vo leuten des Materialprüfwesens und der Schweißtech eine einfache Biegeprobe entschieden, nachdem ei Versuche ergeben haben, daß diese Probe eine auße lich scharfe und dabei auch in Händen von Nichtfa durchaus zuverlässige Prüfung darstellt. Für d führung der Prüfung selbst und die Forderungen, die Probe bei dem Biegeversuch zu stellen sind, sin wie für die Vorbereitung der Probe und die Aus der Versuchsschweißung selbst genaue Richtlini gestellt. Damit ist angestrebt, für solche Prüfung einheitliche Grundlage zu schaffen, auf der man stungen der verschiedenen Schweißer und Schwei vergleichen kann.

Es ist der Zweck dieser Ausführungen, die Kreise der an der Schweißtechnik Beteiligten a Richtlinien hinzuweisen und die Hoffnung auszus daß die vorgeschlagenen Werkstattsprüfungen durch Überwachung der Schweißer und genaue Untersuch Schweißstoffe dazu beitragen, die Unsicherheit, heute noch bezüglich der Ausführung von Schweiß geltend macht, allmählich zu beseitigen, damit Schweißung den Platz erobert, der ihr bei sach Arbeit gegenüber der Nietung zukommt.

Darüber hinaus ist der Fachausschuß bemüht, e verfahren zu finden, das eine Untersuchung der Sch auch ohne Zerstörung der Arbeit möglich macht Abnahme der Betriebsarbeiten geeignet ist. Ein Verfahren scheint in der Durchleuchtung der Schwe mittels Röntgenstrahlen gefunden zu sein[2]). [N

Wittenberge Oberregierungsbaurat a. D. Bar

[1]) Mitteilungen aus dem Fachausschuß für Schweißtechnik beim Verein deutscher Ingenieure.

[2]) Kantner und Herr, Z. Bd. 71 (1927) S. 571

Modellversuche an Kühlwasserkanälen für Kraftwerke

Mitgeteilt vom Büro für Wärmewirtschaft der Berliner Städtische Elektrizitätswerke, A.-G.

Die zunächst angenommenen Formen der Kanäle erwiesen sich als nicht zweckmäßig — Kräftemessungen und Bestimmung des Verlaufes der Strömungen — Eingehende Modellversuche führten zu den endgültigen Formen durch Einbau von Leitschaufeln am Auslauf und durch große Abrundungen landeinwärts am Einlauf

Bei den Planungsarbeiten für das Großkraftwerk Klingenberg tauchten Bedenken auf, ob die angenommene Form der Kühlwasser-Kanalmündungen Zu- und Abführung der etwa 15 m³/s (bei Vollrieb) betragenden Wassermengen gestatte, ohne daß iffs- und Bootsverkehr beeinträchtigt würde. Um ch einem dahingehenden behördlichen Verlangen Rechng zu tragen, führte die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, im Auftrage der Berliner Städtische Elektrizitätswerke, A.-G., Versuche durch, deren wichtigste Ergebnisse hier wiedergegeben werden werden sollen.

Zahlentafel 1

räfte am Auslaufkanal (Nr. 1 bis 6) und am Einlaufkanal (Nr. 7 bis 17)

Entfernung vom Ufer	Schiffsverdrängung	Wasserstand	Kühlwassermenge	Größte festgestellte Kraft am Vorderschiff	Größte festgestellte Kraft am Hinterschiff
m	t	cm	m³/s	t	t
75,0	800	+ 33,76	60	1,16	1,87
"	"	"	30	0,27	0,43
"	"	"	16	0,14	0,28
"	395	"	60	0,34	0,80
"	"	"	30	—	0,14
"	"	"	16	—	—
9,5	800	+ 33,76	60	1,26	1,55
"	395	"	60	0,18	0,42
"	800	+ 32,28	30	2,19	2,38
"	800	"	16	0,67	0,78
"	395	"	30	0,16	0,40
"	395	"	16	0,21	0,49
"	800	+ 32,06	30	4,28	4,18
"	800	"	16	1,50	1,85
"	395	"	30	0,20	0,70
"	395	"	16	0,10	0,11
22,5	800	"	16	0,06	0,00

Abb. 1
Lageplan des Großkraftwerkes „Klingenberg"
a Spree *b* Einlaufkanäle für Kohlenzufuhr *c* Auslaufkanal *d* Stichkanal *e* Köpenicker Chaussee

Der Lageplan des Großkraftwerks Klingenberg ist in Abb. 1 wiedergegeben. Es wurde ein Holzmodell der Spree mit Pumpenanlage, sowie Hoch- und Eichbehältern, Abb. 2, hergestellt, und zwar wegen der räumlichen Ausdehnung nur für die halbe Spreebreite (die nördliche Hälfte). Die Versuche erstreckten sich auf die Feststellung der Kräfte, denen ein vor dem Einlauf- oder Auslaufkanal liegendes Schiff ausgesetzt war. Zur Feststellung dieser Messungen diente das Modell eines Breslauer Meßkahnes (55 m Länge, 8,0 m Breite, 2,0 m Tiefgang und 800 t Wasserverdrängung), vergl. Abb. 3. Vor- und Hinterschiff des Kahnes konnten leicht beweglich an die Hebel der Wagebalken angehängt werden, die sich auf einem fahrbaren Gestell befanden. Die Wagebalken befanden sich, wenn keine Kraft auf den Kahn einwirkte, in einer durch geeichte Spiralfedern bestimmten Ruhelage. Wurde nun der Kahn vor eine der Kanalmündungen gebracht, so ergaben die Zeiger der Wagebalken Ausschläge, die in der Wirklichkeit bestimmten Kräften je nach dem Eichverhältnis der Wage entsprechen. Die Genauigkeit der Messung darf bei solcher Anordnung mit Rücksicht auf die stets auftretenden geringen Kraftschwankungen, die sich in leichten Schwingungen der ganzen Versuchsanordnung während der Messung ausdrücken, mit ± 65 kg bei Gesamtkraftwirkungen, die zwischen 0,3 und 4 t schwanken, vergl. Zahlentafel 1, als genügend genau bezeichnet werden. Die Messung der Kräfte wurde bei verschie-

Abb. 2
Holzmodell der nördlichen Spreehälfte
a Spreeprofil (flußaufwärts gesehen) nach Profilmessungen hergestellt *b* Einlaufkanäle *c* Auslaufkanal *d* Pumpenanlage und Eichbehälter *e* Abdeckbare Austrittöffnungen für das Versuchswasser

Abb. 3
Fahrbares Meßgestell mit Wagebalken und darunter liegendem Kahnmodell
a Kahnmodell *b* Wagebalken *c* Fahrbares Meßgestell
d Einlaufkanal *e* Meßteilung

denen Abständen des Schiffes vom Ufer und bei den Wasserständen + 32,06, + 32,28, + 33,76 vorgenommen, die den Wassermengen bei Niedrig-, Mittel- und Hochwasser 7, 35 und 90 m³/s entsprechen. Die Ergebnisse einer solchen Messung am Auslauf- und am Einlaufkanal bei Hochwasser, und zwar für je ein Schiff von 800 und 395 t, sind in Zahlentafel 1 sowie in Abb. 4 und 5 wiedergegeben.

Aus meßtechnischen Gründen führte man die Versuche auch mit größeren Kühlwassermengen als 16 m³/s (Normalfall) durch, um vor allem mit genügender Sicherheit auf die Kräfte bei kleinen Wassermengen der Spree schließen zu können.

Hätte man Messungen mit entsprechend kleineren Kühlwassermengen als 16 m³/s durchgeführt, so hätte die Übertragung aus dem Modellversuch auf die Natur zu Fehlern führen können, da dann die Wasserbewegungen Modell nicht mehr im turbule Gebiet abgespielt haben würde

Ferner wurden für alle Ver nisse auch die Stromlinien am und Auslauf ermittelt, die be ders bei Niedrigwasser der S vergl. Abb. 6, erkennen ließen, wahrscheinlich sogar ein Rück men des Austrittwassers nach Einlaufkanal auftreten würde.

Die Auswertung dieser Mo versuche mit Mündungen, ursprünglich für den Bau der K wasserkanäle angenommen wa ergab, daß an den Einlaufkan die Schiffahrt wenig gefährdet würde. In etwa 25 m Abstand Ufer war die Einwirkung der Q strömung bereits so gering, leichtes Rudergeben die Fahrt tung sicherte, vergl. Abb. 7. merhin hätten die Schiffe di Abstand mindestens einhalten sen, da die Kräfte nach dem zu schnell zunahmen. Ungüns waren die Verhältnisse jedoch Auslaufkanal. Der Auslaufs blieb auch noch in größerem stand vom Ufer ziemlich gesc sen, vergl. Abb. 8, und übte merkbare Kräfte auf das Schiff

Es ergab sich daher die Notwendigkeit, die Kanalmünd so abzuändern, daß die Strömgeschwindigkeit geri und die Streuung größer wurde.

Zur Ermittlung der günstigsten Kanalmündung wu daraufhin elf verschiedene Auslaufformen, Abb. 9 bis und zwei Einlaufanordnungen untersucht. Zunächst suchte man, das Wasser vor seinem Auslauf in die S zu teilen und die beiden Ströme gegeneinander zu füh Abb. 9; hierdurch und durch zehn Leitschaufeln s eine gleichmäßige Verteilung des Wassers über ganzen Querschnitt erzielt werden. In etwa 30 m fernung von der Mündung und bei 15 m³/s Kühlwas

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 4 und 5
Die vor dem Auslaufkanal an einem Breslauer Meßkahn auftretenden Kräfte. Die Abszissen bezeichnen die Lage des Vorderstevens des Schiffsmodells gegenüber der Mitte des Auslaufkanales

Abb. 6
ömungen des Kühlwassers am Einlauf- und Auslaufkanal bei Niedrigwasser nach dem ersten Entwurf

nahme und Mittelwasser der Spree betrug die auf das hiff ausgeübte Gesamtkraft aber immer noch 0,1 bis t[1]). Außerdem machte sich eine starke Rückströmung der Seite und in der Mitte des Auslaufs bemerkbar. s Mittelstück wurde dann herausgenommen und die sbuchtung der Wände beseitigt, Abb. 10. Die Kraftckung war zwar jetzt etwas geringer, eine nennensrt bessere Strömung ergab sich aber hierdurch nicht. Der Wasseraustritt drängte sich nach beiden Seiten, vergl. Abb. 10 a. Auch die Anordnung einer weiteren Leitschaufel in der Mitte, Abb. 11, hatte zunächst keinen Erfolg. Insbesondere wurde jetzt die ausströmende Kühlwassermenge bei Hochwasserstand der Spree geschlossen talwärts geschoben. Die Zahl der Leitschaufeln wurde nunmehr auf sechs verringert, an der Form des Auslaufs aber nichts geändert, Abb. 12. Es trat jetzt eine starke Rückströmung des Wassers in der Auslaufmitte ein. Als größte auftretende Kraft ergab sich 0,3 t. Sodann wurde bei gleicher Leitschaufelzahl die Breite der Mündung von 50 auf 42 m verringert, Abb. 13. Nunmehr löste sich das Kühlwasser von den Kanalwänden und Leitschaufeln und floß in verschiedenen, voneinander getrennten Strömen ab. Am Schiff ergab sich wiederum als größte Kraft 0,3 t. Schließlich setzte man die Auslaufbreite auf 32 m herab und erhöhte die Leitschaufelzahl wieder auf acht, Abb. 14; die Austrittkanten wurden kreisförmig abgerundet. Es zeigte sich jetzt eine bessere Verteilung der Strömung, Abb. 14 a, auch die Kraftmessung am Schiff ergab nur im Höchstfalle 0,1 t. Eine Änderung der kreisförmigen Abrundung in eine mehr elliptische, Abb. 15, zeitigte dagegen ein schlechteres Ergebnis.

Die bisherigen Versuche haben bereits gezeigt, daß man durch Leitschaufeln am ehesten zu einem befriedigenden Ergebnis gelangen würde. Entfernte man die Schaufeln ganz, Abb. 16 und 16 a, so trat das Kühlwasser in einem zusammenhängenden Strom weit über 100 m in die Spree hinein, wo es dann talwärts abbog. Bei dieser Ausströmung traten Querkräfte von 0,5 bis 0,6 t am Spree-

[1]) Alle folgenden Messungen beziehen sich auf die gleiche Schiffs- (30 m Abstand von der Mündung).

Abb. 7
trömungen am Einlaufkanal beim ersten Entwurf; iedrigwasserstand N. W. = 7 m³/s, Einlaufwassermenge Q = 16 m³/s

Abb. 8
Strömungen am Auslaufkanal beim ersten Entwurf; N. W. = 35 m³/s, Q = 16 m³/s

Abb. 9 Abb. 10 Abb. 11 Abb. 12 Abb. 13 Abb. 14

Abb. 15 Abb. 16 Abb. 17 Abb. 18 Abb. 19

Abb. 9 bis 19
Untersuchte Formen des Auslaufkanals

Abb. 10a
Verlauf der Strömung am Auslaufkanal, durch gefärbtes Wasser gekennzeichnet, Form nach Abb. 10. Mittelwasserstand M. W. = 35 m³/s, Q = 30 m³/s

Abb. 14a
Strömung am Auslaufkanal, durch Seidenpapierstreifen gekennzeichnet, Form nach Abb. 14. M. W. = 35 m³/s, Q = 30 m³/s

Abb. 16a
Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 16 (ohne Leitschaufeln). M. W. = 35 m³/s, Q = 30 m³/s

Abb. 17a
Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 17. M. W. = 35 m³/s, Q = 30 m³/s

Abb. 18a
Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 18. M. W. = 35 m³/s, Q = 30 m³/s

Abb. 19a
Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 19 (endgültige Form). N. W. = 7 m³/s, Q = 30 m³/s

kahn auf. Es wurde auch versucht, durch Einrammen von Rundpfählen vor der Öffnung einen geringen Stau im Auslauf zu erzeugen, Abb. 17 und 18; hierdurch sollte das Wasser gezwungen werden, nach allen Seiten in die Spree auszutreten. Auch wurden Rundstäbe u Schwimmbalken so befestigt, daß eine Art von Rec entstand, der an der Fußsohle einen 1 m hohen fre Austrittquerschnitt frei ließ. Gegenüber den Versuc

Abb. 20
Auslaufkanal mit Leitschaufeln

Abb. 21
Auslaufkanal ohne Leitschaufeln

Abb. 20 und 21
Fahrtrichtung des Schiffes vor dem Auslaufkanal bei gerader Ruderstellung

Leitschaufeln ergab das zwar eine bedeutende Ver-
rung; die Wirkung der Leitschaufeln wurde jedoch
erreicht, wie Abb. 17a und 18a erkennen lassen.
Unter Berücksichtigung aller dieser Versuche wurde
Auslauf dann nochmals abgeändert. Die gradlinige
iterung, die an den Wandungen Knicke be-
, vermied man und rundete die Kanalmündung
enförmig ab, wobei wieder sechs entsprechend ge-
mte Leitwände eingebaut wurden, Abb. 19. Diese
derung hatte vollen Erfolg. Nunmehr ergab sich
sehr günstige Strömung des austretenden Wassers,
19a. Kraftmessungen bei zwei verschiedenen
erständen und vier verschiedenen Uferentfernungen
verschiedenen Schiffslagen ergaben nur noch sehr
ge und ungefährliche Wirkungen. Um nochmals
ünstige Einwirkung der Leitschaufeln nachzuweisen,
e das Schiff schwarz angestrichen und am Bug mit
kleineren, am Heck einem etwas größeren weißen
f versehen. Das nunmehr freifahrende Schiff wurde
s Elektromotors angetrieben und die Fahrtrichtung
graphisch aufgenommen. Die in Abb. 20 und 21 sicht-
weißen Striche auf den Lichtbildern sind durch
ichteindrücke der weißen Bug- und Heckknöpfe ent-
en; sie zeigen deutlich das starke Abbiegen des
fes vor dem Auslaufkanal ohne Leitschaufeln,
21, im Gegensatz zur praktisch unbeeinflußten
trichtung in Abb. 20.

Die Messungen am Einlaufkanal führten zu dem Er-
s, daß als Breite des Einlaufes statt 24 m 50 bis 60 m
ilhafter sind. Außerdem wird die Kraftwirkung
um Werk abfließenden Wassers durch eine abgerun-
trichterförmige Einlaufmündung so herabgemindert,
bei Schiffen von 800 bis 1000 t keine Einwirkung
zu ermitteln war. Die endgültige Kanalmündung
Abb. 22, die ursprüngliche Abb. 6. Zur Sicherung
leinere Fahrzeuge, Sportboote usw., erwies sich eine
enreihe mit dazwischen eingehängten Schwimmbalken
orteilhaft. Zudem verhindern die Dalben, daß sich
Fahrzeug unmittelbar vor den eigentlichen Einlauf
kann und den Kühlwasserzutritt einengt.

Die vom Wasserbauamt durchgeführten Messungen
ten so rechtzeitig mit Erfolg beendet werden, daß
Bau keine Verzögerung erfuhr. Die wirkliche Bau-

Abb. 22
Endgültige, durch Versuche bestimmte Mündungen der Kühlwasserkanäle

ausführung lehnt sich genau an die Modellformen an. Die Versuche wurden weiterhin ergänzt durch Feststellung der Wassermengen, die bei einer vorgesehenen Kanalabzweigung in das Becken des Freibades abströmen können, vergl. Abb. 1 und 22[2]). Durch ein Rohr von 1,4 m Dmr. fließen dem Badebecken etwa 1600 m³/h erwärmtes Kühlwasser aus dem offenen Kanal zu.

Mit geringen Unkosten wurde nachher das Modell so umgebaut, daß man auch die Kühlwasserverhältnisse des Kraftwerkes Charlottenburg untersuchen konnte. Über die Ergebnisse dieser Versuche soll später berichtet werden. [B 711]

[2]) Bekanntlich kann ein Teil des Kühlwassers zum Anwärmen des an dieser Stelle neuerrichteten Flußbades benutzt werden.

Wärmeübergang und Turbulenz

Nachtrag

Prof. F. K. Th. van Iterson in Heerlen (Holland) übersandte mir einen Sonderabzug seiner Arbeit „De warmte-overgang van vaste lichamen op turbulent stroomende vloeistoffen“ aus der holländischen Zeitschrift „De Ingenieur“ 1926, Nr. 17, der mir und wohl auch anderen deutschen Forschern auf diesem Gebiete entgangen ist. In dieser Abhandlung findet sich schon eine, wenn auch etwas abweichende Herleitung des von mir in Z. Bd. 71 (1927) S. 1071 aufgestellten Zusammenhanges zwischen der Wärmeübergangzahl α und dem Widerstandsbeiwerte λ mit einer Prüfung an zahlreichen verschiedenartigen Versuchsergebnissen, allerdings unter Beschränkung auf das turbulente Gebiet. [N 718]

Danzig H. Lorenz

Tagung für Maschinenelemente

Am 8. und 9. Juli fand in Erfurt auf Einladung des Wissenschaftlichen Beirates des Vereines deutscher Ingenieure eine geschlossene Tagung über Maschinenelemente und Konstruktionsfragen statt. Die Aufgaben der wissenschaftlichen Behandlung der Maschinenteile drängen sich seit einigen Jahren in den Vordergrund; Ansätze zur Behandlung sind an verschiedenen Stellen vorhanden, die Einladung des Wissenschaftlichen Beirates zu einer Aussprache fand daher lebhaften Widerhall.

Systematik

Prof. Kutzbach, Dresden, erläuterte und begründete die „Systematik der Maschine" oder die „allgemeinen Grundlagen der Maschinentechnik", die er seit Jahren in seinen Vorlesungen über Maschinenelemente und auch in der neuen „Hütte" Bd. II S. 27 verwendete.

Maschinen dienen, was auch ihre Sonderaufgabe sei, stets zur geregelten Orts- oder Formänderung von Stoff oder Energie. Der Begriff Maschine im weitesten Sinn ist abhängig von der Art des Stoffes (feste, flüssige, gasförmige Körper, Moleküle oder Elektronen) und von der Art der Energie (mechanische, thermische, elektrische, chemische usw.). Dieser weitere Begriff liegt dem Ausdruck Maschineningenieurwesen zugrunde, da die Anwendung aller Mittel zur regelnden Beherrschung der Orts- und Formänderung von Stoff oder Energie unter die Aufgaben des Maschineningenieurs fallen können.

Diese Mittel können sein:

1. Speicher, Leitungen, Umformer (bei gleicher Energieart) und Umwandler (bei Übergang in eine andre Energieart),
2. Steuervorrichtungen (Schalter und Widerstände) und Regelvorrichtungen.

Man könnte die Mittel der Gruppen 1 auch als Mittel zur Orts- und Formänderung, diejenigen der Gruppen 2 als Mittel zur Steuerung und Regelung bezeichnen.

Beschränkt man den Begriff der Maschine auf Gebilde, welche den Zweck der Maschine durch mechanisch wirkende Hilfsmittel erreichen, so erhält man die Maschine im üblichen engeren Sinne, deren Glieder und Teile man, soweit sie allen Maschinenarten gemeinsam sein können und nicht Eigenart der Sondermaschinen sind, als „Maschinenelemente" bezeichnet[1]).

Die bekannte Mannigfaltigkeit der Maschinenelemente kommt zunächst daher, daß drei Arten von Baustoffen in den Maschinen benutzt werden, 1. solche, welche Kräfte ($\pm P$) und Drehmomente ($\pm M$) weiterleiten können (Formstoffe), 2. solche, welche nur Zugkräfte ($+P$) weiterleiten können (Hüllstoffe), 3. solche, welche nur Druckkräfte ($-P$) weiterleiten können (Füllstoffe). Eine weitere Mannigfaltigkeit kommt dadurch hinein, daß es unter den Maschinengliedern, abgesehen von den Stoffleitungen, Leiter statischer Energie gibt, die wiederum im Gleichgang, im Wechselgang oder im Rastgang arbeiten, Leiter von statisch-dynamischer oder von Schwingungsenergie und Leiter dynamischer Energie. Von den Umformern, deren geometrische Formen und Gesetzmäßigkeiten die Kinematik lehrt, seien der Wälztrieb, der Kurventrieb und der Koppeltrieb für die Formstoffe und der Hülltrieb für Hüllstoffe auf Formstoffen genannt. Zu den Umformern gehören aber auch die beweglichen Leitungsgelenke und ebenso die Leitungsverzweigungen („Differentiale") aller Art.

Als Maschinenteile, die zum willkürlichen oder selbsttätigen Ein- und Ausrücken der einzelnen Maschinenglieder (Speicher, Leitungen, Umformer) benutzt werden, dienen Steuervorrichtungen, nämlich Schalter (Wellenschalter, Gestängeschalter, Rohrschalter) und Widerstände (Drossel- und Bremsvorrichtungen). Dazu kommen außerdem, wenn auch nicht immer, die Regelvorrichtungen, nämlich Melde- und Meßvorrichtungen für Ort-, Form- oder Zustandsänderungen, die zur Regelung und Steuerung der Maschine mittelbar über die Bedienung oder unmittelbar durch Steuervorrichtungen benutzt werden, wobei wiederum vielfach Verstärker (Relais, Hilfsmotor) mit Vorteil verwendet werden.

C. Volk, Berlin, führte aus, daß drei Gruppen von Ursachen die Form und die Abmessungen eines Werkstückes bestimmen:

Berechnung, Erfahrung und Gefühl

Berechnung ist das Ergebnis der wissenschaftlichen Durchdringung der Aufgabe. Sie geht oft von Erfahrungswerten aus, und die Entscheidung, ob gewisse V setzungen noch zutreffen oder nicht, muß mehr oder n gefühlmäßig getroffen werden.

Die Erfahrung entstammt der praktischen Tät und der Versuchstätigkeit oder ist von Dritten übernoı Sie darf nicht dazu führen, dauernd im alten, „erpro Gleise zu bleiben, sondern soll vom sicheren Boden a Fortschritt ermöglichen. In dem Bewußtsein, auf rechten Wege zu sein, muß oft auch ein Sprung g werden.

Das Gefühl muß den Konstrukteur befähigen, in eine Aufgabe „einzufühlen", sie nicht nur mit dem stand, sondern auch mit der Seele zu erfassen. Der sc risch tätige Konstrukteur muß das allmähliche Werden Konstruktion als Wachstumsvorgang empfinden, so da Baukörper entsteht, der den Betriebsbedingungen und Werkstoff entspricht.

Bei der Frage, ob die Maschinenelemente geei Übungsstoff für die konstruktive Tätigkeit sind, ist z achten, daß z. B. ein Absperrventil aus verschiedenen tungsteilen, Führungen, Bedienungsteilen usw. besteht legt man die Maschinenteile in ihre Bauteile, so l z. B. alle Führungen an Kraftmaschinen, Werkzeugmasc Apparaten, Webstühlen usw. eine große Familie, deren struktion nach gleichartigen Gesichtspunkten vor sich Volk machte den Vorschlag, dem Konstruieren der M nenteile eine Gestaltungslehre der Bauteile voranzust die das konstruktive Gefühl stärkt und die eine starke, sche Anteilnahme der Konstrukteure an ihrem Werk beiführt[2]).

Konstrukteurfragen

Mit den „Anforderungen der Industrie an die kons tive Tätigkeit der Ingenieure" beschäftigen sich Führer der Industrie. Ein Vertreter der chemischen industrie brachte hierzu Folgendes vor:

Anfang dieses Jahres suchten wir einige Konst teure, um sie vor neuartige Aufgaben zu stellen, nä Geräte für raschlaufende Prozesse und für Hochdru konstruieren. Wir haben uns überall umgehört, haben keine passenden Konstrukteure bekommen können.

Die Ansprüche der chemischen Industrie an di genieure sind in den letzten zwei Jahrzehnten höhe worden. Die chemischen Fabriken waren früher in Linie mit Farbstoffen beschäftigt und konnten die w schaftlich gebildeten Ingenieure nur wenig gebrau Dank der hervorragenden wissenschaftlichen Forschera die in eigenen Laboratorien durchgeführt wurde, w in diesen Laboratorien die Betriebsführer und Che jahrelang ausgebildet, und so hatte man die Gewißheit der wissenschaftliche Geist auch im Betrieb gepflegt w Die Maschinen, Kessel, Einrichtungen, Apparate war jener Zeit äußerst einfach. Die Apparate waren durc einfache Konstruktionen und wurden von Maschinenfab zu Hunderten geliefert. Die wärmetechnischen und m nischen Wirkungsgrade spielten keine große Rolle, d Unkosten durch die Einrichtungen bei der Preisbi nicht ausschlaggebend waren. Die Bewachung, Ins haltung der einfachen Einrichtungen stellten keine b deren Ansprüche. Es lag keine Veranlassung vor, großen Stab von wissenschaftlich gebildeten Ingenieur den Konstruktionsbureaus zu erhalten. Manche Bet führer wehrten sich überhaupt gegen die Zuteilung demisch gebildeter Ingenieure. Der Chemiker befür stets, daß seine in der Herstellung meistens sehr em lichen organischen Stoffe in neuen und umgeänd Apparaten nicht mehr in der alten Güte hergestellt den könnten. Der wissenschaftlich gebildete Ingenieu nicht die Rolle eines Technikers spielen wollte, f sich in der chemischen Industrie nicht wohl. Er wa Nörgler, der nur Unkosten verursachte, darum war es Wunder, daß in der chemischen Industrie nur die leit Stellen mit wissenschaftlich gebildeten Ingenieuren b waren. In dem Augenblick, als die chemische Indu den Hochdruckapparat anwendete, zeigten sich größere gaben für den wissenschaftlich gebildeten Ingenieur. jetzt nötigen Einrichtungen und Geräte mußten mit Ingenieur durchgearbeitet werden.

Die Maschinenindustrie konnte die für die neuen gaben geeigneten Maschinen und Apparate nicht ohne teres liefern. Es mußten deshalb fast alle Maschine eigenen Konstruktionsbureaus der chemischen Werke worfen und in eigenen Werkstätten ausgeführt we Täglich standen wir vor neuen Aufgaben. Ein ratio Arbeiten war nicht möglich. Selbst bestens bewährte struktionselemente wie Stopfbüchsen, Ventile usw. v

---

[1]) Hilfsmittel zur festen Verbindung der einzelnen Werkstücke zu Maschinenelementen und solche zur beweglichen Verbindung der einzelnen Maschinenelemente untereinander sollte man nur als Verbindungselemente, Verspannungselemente, Führungselemente oder dergl. bezeichnen, ebenso wie die Bauformen sich wieder aus Formelementen zusammensetzen lassen.

[2]) Vergl. C. Volk, Gehäuse, „Maschinenbau" Bd. 6 (1927)

die zu verarbeitenden Gase und Drücke nicht mehr uchbar. Für die Bewachung und Beobachtung wurde Ingenieur jetzt herangezogen. Erste Ausführungen bedigten nicht immer. Die in solchen Fällen zerstörten lagen wurden gemeinschaftlich von dem Chemiker und nstruktionsingenieur kritisch untersucht und geprüft. mie und Maschinenbau mußten Hand in Hand arbeiten. tüchtige wissenschaftlich gebildete Ingenieur wurde Chemiker ein gleichberechtigter und geachteter Mit eiter. Durch gemeinschaftliche Arbeit wurden die Mateschwierigkeiten überwunden. Die Chemiker erkennen wertvollen Arbeiten der Ingenieure an diesem hohen tschritt an, der zum Stickstoff und synthetischen Brennff und Öl geführt hat. Der Bedarf an tüchtigen Inieuren ist groß geworden, und die Ansprüche an den hwuchs mußten von Jahr zu Jahr höher geschraubt rden. Da man die große Entwicklung voraussah, haben uns für den Nachwuchs die Erfahrungen der letzten re zunutze gemacht und die guten Beziehungen zur hnischen Hochschule, die uns tüchtige Diplomingenieure wissenschaftlich vorgebildete Hochschulassistenten zuisen, gepflegt. Von diesen verlangen wir, daß sie mehe Jahre im Konstruktionsbureau tätig sind, damit sie Ansprüche der chemischen Industrie kennen lernen und egenheit haben, sich in das Wesen der chemischen Intrie zu vertiefen. Gleichzeitig soll dadurch die Möglicht geschaffen werden, die geeigneten Kräfte für konstruk Aufgaben, für wissenschaftliche Arbeiten und für den rieb aussuchen zu können. Der Nachwuchs bereitete daher keine Schwierigkeiten; diese Methode der Auslung hat sich bis auf den heutigen Tag gut bewährt. le dieser Ingenieure waren gut, die sich bei entsprechen Veranlagung willig und rasch fast in jedes Gebiet einrbeitet und sich so allmählich zu Spezialisten ausildet haben.

Nach Kriegsende ändert sich das Bild. Die Gründe ir sind bekannt. Die Beanspruchung der Professoren, Hochflut zu den Hochschulen und eine Reihe andrer inde drückten die Güte bedeutend herab. Infolge cher Entwicklung unsrer Fabriken konnte die Ausbildung den Konstruktionsbureaus nur kurze Zeit dauern. Die riebsleiter beklagten sich bald über die mangelnde Auslung der Ingenieure. Heute erkennen wir jedoch an, die Vorbildung der in die Praxis gehenden Ingenieure den letzten Jahren besser geworden ist.

Es ist kein Zufall, wenn wir mit Wärmeingenieuren rschwemmt werden. Immer wieder wurde in verflosse Jahren gepredigt, mehr Wärmewirtschaft zu betreiben. rmetechnisch ausgebildete Ingenieure haben in kurzer t sich gut bezahlte Stellungen geschaffen. So kam es l, daß die jungen Studenten sich jahrelang der Wärmenik zuwandten. 75 vH aller jungen Ingenieure kommen te auf die Wärmeingenieure. Die Werbung hat große tschritte gezeigt und ihren Zweck erreicht. Viele rmebureaus sind gegründet und mit guten Kräften aufüllt. Der Bedarf an Wärmeingenieuren ist gedeckt. ichzeitig mit dem Ruf nach Wärmewirtschaft ertönte der nach Fabrikationsingenieuren. Während der Kriegstschaft spielten die Selbstkosten keine Rolle, und man zufrieden, wenn man einigermaßen die Termine einlt. Die Berichte der heimkehrenden Amerikareisenden h dem Kriege zeigten uns, welche Fortschritte die dor Maschinenindustrie gemacht hat. Die deutsche Mainenindustrie war nicht mehr wettbewerbfähig.

Die dritte Gruppe der täglich einlaufenden Bewerbungen d die Verwaltungsingenieure und die Organisatoren. In Vorkriegszeit sind von dieser Gattung nur wenige Beber aufgetreten, und die Industrie hat sie nicht vermißt. chemische Industrie hat diese Spezialisten nur wenig ig. Wenn diese Bewerber auf einer Universität oder ndelshochschule noch einige Semester Rechtswissenschaft, kswirtschaft usw. studiert haben, dann sind sie als Inieure erst recht unbrauchbar; denn es zeigte sich, daß he Ingenieure nirgend zu Hause sind und ihren Kollegen wierigkeiten bereiten.

Der Wirtschaftler, der auch so häufig auftritt und der ohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Prone erkennen soll, wird am besten von der Industrie selbst gebildet.

Wo bleiben die Bau- und Konstruktionsingenieure? rum sind sie so wenig anzutreffen? Weil man so oft en muß, daß der Konstrukteur schlecht bezahlt würde. deutsche Maschinenindustrie leidet an dem Mangel an tigen Konstrukteuren. Bei der chemischen Industrie d ein Unterschied in der Bezahlung nicht mehr gemacht, dem sie auf die Bedeutung des Konstrukteurs aufmerk gemacht wurde. Es ist klar, daß nicht aus jedem Stuten ein guter Konstrukteur gemacht werden kann. Aber mancher Ingenieur würde sich den Konstruktionsarbeiten widmen und später Interesse für solche Arbeiten zeigen, wenn er in den Vorlesungen auf diese ganze Entwicklung hingewiesen würde. Die Betriebsaufgaben stellen an das Denkvermögen nicht so große Ansprüche wie die konstruktiven Aufgaben, die gute Kenntnisse der Mathematik und Physik voraussetzen. Die Apparate, die mit Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten unter hohen Drücken und Temperaturen arbeiten, müssen zuverlässig sein. Der ungeheure mittelbare Schaden einer fehlerhaften Konstruktion ist durch nachfolgende Explosionen und Brände stets größer als der unmittelbare Schaden. Bei dem heutigen Wettbewerb dürfen die Erzeugnisse nicht durch hohe Abschreibungen belastet werden. Die Apparate sollen daher bei höchster Zuverlässigkeit billig sein. Nur derjenige Ingenieur, der alle Berechnungen des Maschinenbaues beherrscht, ein umfassendes Wissen besitzt, kann den Anforderungen genügen. Es muß aufgeräumt werden mit der Anschauung, daß die Konstruktionsaufgabe eine Angelegenheit des Technikers und für akademisch gebildete Ingenieure nicht zeitgemäß wäre.

Eine wertvolle Gruppe sind die Bewerber, die sich wissenschaftlichen Arbeiten widmen wollen. Vor zwanzig Jahren wurde der wissenschaftlich arbeitende Ingenieur nicht gesucht, und die meisten Chemiker haben ihn als Eindringling abgelehnt. Auch hier ist Wandel eingetreten. Die Maschinen wurden verwickelter, die Vorgänge waren häufig nicht durchsichtig und der Wirkungsgrad befriedigte häufig nicht. Jetzt wird der Ingenieur gern vom Chemiker für Versuche in Anspruch genommen. Chemiker und Physiker sind experimentell und meßtechnisch besser und gründlicher vorgebildet als der Ingenieur, der heute während seiner Studienzeit leider wenig Zeit für solche Arbeiten findet.

Der Fabrikant hat immer das Bestreben, seine Unkosten zu verkleinern. Er muß größere Ausbeuten erreichen. Nur mit Versuchen an Maschinen und Apparaten, die heute gern dem Ingenieur überlassen werden, ist dieses Ziel zu erreichen. Es gibt noch viele Vorgänge, die maschinentechnisch nicht erforscht sind. Es gibt ein großes Feld, das der wissenschaftlich gebildete Ingenieur bearbeiten muß.

Jeder Direktor, jeder Abteilungsleiter muß es als wichtige Aufgabe betrachten, unter sorgfältiger Prüfung die Befähigten auszusuchen. Der Tüchtige darf nicht unter dem Druck der Günstlingswirtschaft unterdrückt werden. Man kann überzeugt sein, daß tüchtige Kräfte bei guter Bezahlung an verantwortungsvolle Stellen eingesetzt werden.

Dr. Grießmann, Magdeburg, ergänzte dies durch Mitteilungen über seine Erfahrungen mit dem Konstruktionsbüro. Er brachte die Forderungen der Maschinenindustrie zur Konstruktionsausbildung vor[3]). Bei der konstruktiven Gestaltung ist vor allen Dingen die Fertigungsmöglichkeit zu beachten. Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebs-Ingenieure (ADB) kann sich ein ganz großes Verdienst erwerben, wenn sie die an verschiedenen Stellen gesammelten „Kunstfehler" von Konstruktionseinzelheiten sichtet und allen Beteiligten näherbringt.

Versuchsberichte

Prof. Rötscher, Aachen, sprach über neuere Versuche zur Berechnung von Stangenköpfen mit verschiedenem Spiel. Er und seine Mitarbeiter benutzten zu den Versuchen Probestücke aus Flußstahlblech von der Form der üblichen Schubstangenköpfe, die unten am Schaftende und oben durch einen Querbolzen, von der Form des Zapfens, in einer Festigkeits-Prüfmaschine gehalten und bestimmten Belastungen ausgesetzt wurden. Die Formänderungen wurden in den einzelnen Fasern mittels eines besonderen Dehnungsmessers von 8 mm Meßlänge verfolgt und die Spannung, oder wo ein zweiachsiger Spannungszustand herrschte, die Anstrengung oder ideelle Spannung in der Faser berechnet. Ein zweiachsiger Spannungszustand ist z. B. an der Auflagestelle des Bolzens infolge des Flächendrucks vorhanden. Überraschend groß war der Einfluß des Bolzenspiels. Bei spielfrei eingepaßtem Bolzen stellte sich eine völlig andere Spannungsverteilung ein, als bei reichlichem Spiel. Am größten ist der Unterschied in den Scheitelquerschnitten. Während bei dem Bolzen mit reichlichem Spiel, der bei kleinen Lasten in einer Linie oder nur an einer schmalen Fläche anliegt, im Schubstangenkopf außen große Zug-, innen große Druckspannungen auftreten, der Querschnitt also auf Biegung beansprucht ist, herrschen bei Bolzen, die auf der ganzen Fläche anliegen, nur Zugspannungen im Schubstangenkopf. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß der eingepaßte Bolzen die zur Ausbildung von Biegespannungen nötige schärfere Krümmung des Bügels unmöglich macht.

[3]) Vergl. Dr. Grießmann, Konstrukteur und Betrieb, „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 785.

Auch die Erscheinung, daß die Anstrengung bei eingepaßten Bolzen genau im gleichen Verhältnis wie die Belastung wächst, bei Bolzen mit Spiel dagegen nicht, ist auf die Formänderungen zurückzuführen. Der Bügel legt sich auf den Bolzen mit Spiel bei steigender Belastung mit einer immer breiteren Fläche auf, die Beanspruchung nähert sich der günstigeren bei spielfreiem Bolzen. Je geringer das Spiel ist, desto günstiger ist die Beanspruchung des ganzen Kopfes, namentlich im Scheitelquerschnitt. In allen Fällen traten beträchtliche Biegespannungen in den Wangenquerschnitten auf. Gegenüber der mittleren Zugspannung war die wirklich größte Zugspannung an einem der Köpfe 2,8 mal so groß, wenn der Bolzen eingepaßt war und sogar 5,5 mal so groß, wenn er 1 mm Spiel hatte. In den meisten Fällen waren die Wangenquerschnitte die höchstbeanspruchten, also die gefährlichen Querschnitte der Köpfe. Dort traten auch stets die ersten Fließerscheinungen und der Bruch ein, wenn die Probestücke bis zur Grenze ihrer Tragfähigkeit belastet wurden. Das darf aber nicht dazu führen, die Scheitelquerschnitte schwächer zu halten. Ein starker Scheitelquerschnitt erhöht die Steifigkeit des Kopfes und vermindert die Beanspruchung der Wangen. Deutlich ließen sich die Spannungserhöhungen in den Kehlen mancher Schubstangenköpfe nachweisen.

Es ist zu beachten, daß man mit spielfreien Bolzen nur in solchen Fällen rechnen darf, in denen sie eingepaßt, eingetrieben oder sicher verspannt sind. Beispiele dafür bieten Brückenstabaugen und Schubstangen, deren Zapfen in andern Teilen, etwa im Kreuzkopf, laufen. Falls sich Spiel bilden kann, sind die großen Spannungserhöhungen sorgfältig zu beachten. An den üblichen Schubstangenköpfen mit schwingenden oder sich drehenden Zapfen wird man schon in Rücksicht auf die Schmierung stets mit Spiel rechnen müssen. Dabei wird man den Scheitelquerschnitt in erster Annäherung auf Grund der Formel für einen beiderseits eingespannten Stab berechnen. Das Einspannmoment dieses Stabes kann zur Näherungsberechnung der Wangen auf Biegung dienen. Hierzu tritt noch die Zugspannung durch die Längskräfte.

Prof. Schulze-Pillot, Danzig, führte aus, daß bei den Riementrieben die Grundlagen der Berechnung noch sehr wenig untersucht sind, weil

1. die Reibung, die die Grundlage der Kraftübertragung beim Riementrieb bildet, überhaupt physikalisch und technisch schwer zu ergründen ist;
2. das Riemenleder ein organischer Stoff von wenig gleichmäßiger Beschaffenheit ist;
3. die maßgebenden Einflüsse beim Riementrieb sich vielfach überlagern, zum Teil sogar durchkreuzen;
4. die Messungen am bewegten Riemen erfolgen müssen und daher die Anbringung der Meßgeräte sehr schwer ist.

Wir wissen, daß beim Riementrieb zwischen Haftreibung und Gleitreibung zu unterscheiden ist. Nach den Versuchen von Mohr[4]) gibt es für Riemenleder keinen Punkt, in dem die Gleitreibung und die Haftreibung zusammen verschwinden, die Reibung also null würde. Während wir wissen, daß Herkunft, Herstellung und Behandlung des Leders eine große Rolle spielen, sind Zahlen über die Größe dieser Einflüsse sehr schwer zu erhalten. Mohr hat nachgewiesen, daß die Fettung die Zerreißfestigkeit sehr erhöht, die erstmalige Dehnung gegenüber dem trockenen Riemen herabsetzt und die Reibung bei geringen Flächendrücken erhöht, bei größeren vermindert. Ein Einfluß der Berührungsfläche auf die Größe der übertragenen Reibung hat sich nicht feststellen lassen. Reibungsversuche müssen am bewegten Riemen vorgenommen werden; man erhält zunächst die mittlere Reibung μ, aus der sich die Abhängigkeit der Reibung von der örtlichen Trummspannung ableiten läßt[5]). Zur Verwertung der Reibungzahlen muß man den Zusammenhang zwischen Dehnung und Trummspannung kennen. Hierüber sind zur Zeit in Danzig aus Mitteln der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft Versuche im Gange. Die Dehnung des laufenden Riemens kann man z. B. nach dem Verfahren von Steinmetz messen[6]). Hat man sie in ihrem Verlauf über den Scheibenumfang bestimmt, so kann man die Reibu zahl ermitteln.

Es muß das Ziel der Riemenforschung sein, Versuc verfahren anzugeben, durch die die Dehnungen und Reibungsziffern unter Betriebsverhältniss gemessen werden können.

Die bisherigen Ergebnisse der Lagerforschung geben nach den Ausführungen von Dr. vom Ende, Ber schon gute Anhaltpunkte zur zweckmäßigen Durchbildu eines Lagers; der Verlauf der Reibungszahl, die ungefä Wärmeausstrahlung und eine ganze Reihe wichtiger k struktiver Einzelheiten liegen fest. Noch nicht gekl sind zwei wichtige Fragen:

1. Der Einfluß des Lagermetalls: Umfangreiche V suche im Versuchsfeld für Maschinenelemente an der Te nischen Hochschule zu Berlin mit nahezu 600 verschieden Metallen unter gleichen Bedingungen im Gebiet der rei Flüssigkeitsreibung haben gezeigt, daß entgegen der Th rie ein Einfluß des Metalls vorhanden sein muß. Schnitt durch ein Lager in sehr starker Vergrößeru (1 : 10 000) zeigt, daß der Ölfilm ein Netzwerk von wulsten ist, auf denen der Zapfen schwimmt. Auf das N werk ist die Oberflächenbeschaffenheit des Metalls ausschlaggebender Bedeutung. Es müßte die Oberfläch beschaffenheit der Metalle, insbesondere ihre Abhängigk vom Gefüge, untersucht werden.

2. Die Umwandlung der im Lager verlorengehen Energie in Wärme: Die Berechnung der im Lager 1 s erzeugten Wärme nach den Formeln $\frac{P\, v\, \mu}{427}$ o $0{,}174 \sqrt{\frac{P\, n^3\, \eta}{1/d}}$ ergibt sehr abweichende Werte infolge der sicheren Annahmen für die Reibungzahl μ und die Zäh keit η. Von der Reibungzahl müßte man sich frei mach und für die Zähigkeit bessere Unterlagen schaffen, z. die Temperaturzähigkeit durch die Druckzähigkeit ergänz die wirklich gedrückte Fläche feststellen und untersuch wie im Lager die Reibung in Wärme umgesetzt wird.

3. Neben diesen Hauptfragen wären die halbflüss Reibung und ihre Grenzen und die Einflüsse der Schmi nuten zu untersuchen. Außerdem ist eine Reihe von Ein fragen, z. B. bezüglich des Schmiermittel-Durchflusses, klären.

Prof. Heidebroek, Darmstadt, berichtete über Versu mit Drehschwingungen an Kurbelwellen. bisher bekannten Verfahren zur Vorausberechnung von Dr schwingungen sind zum Teil umständlich und liefern ni immer einwandfreie Ergebnisse. Die Nachprüfung du den Geigerschen Torsiographen ist nur am laufenden Mo auf dem Prüffeld oder im Betrieb möglich; dabei sind rende Einflüsse nicht immer zu vermeiden. Zur Prüfu der Genauigkeit der angewandten Rechenverfahren wu im Maschinenbaulaboratorium II der Technischen Ho schule Darmstadt eine Versucheinrichtung geschaffen, Drehschwingungen in ruhenden Kurbelwellen, die im häuse des Motors eingebaut sind, zu erregen. Es zei sich, daß das graphische Verfahren zur Ermittlung kritischen Drehzahlen mit den gemessenen Werten sehr nau übereinstimmt. Hierbei wurden besondere Verfah zur Umrechnung der Kurbelkröpfungen auf die sogenan „reduzierte" Wellenlänge angewandt. Aus dem Ergeb wurden sehr einfache graphische Tafeln aufgestellt, für veränderliche Schwungradmassen an beiden Enden Welle die Eigenschwingungzahl mit großer Genauigk abzulesen gestatten. Weitere Versuche, die noch im Ga sind, betreffen die Dämpfung, den Einfluß der Kurl kröpfungen auf die Dämpfung und die Untersuchung Dämpfungszahl.

Ferner sprach Dr. Kirner, Cannstatt, über versc dene Fragen der Berechnung und Herstellung von Wä lagern. Prof. Heinel, Breslau, hatte zu der Fr „Der Maschinenteil in der Maschi schriftlich Stellung genommen.

Die Besichtigung der Berlin-Erfurter Maschinenfab Henry Pels & Co. zeigte den Teilnehmern den Bau die Arbeitsweise schwerer Scheren, bei denen die auf Tagung behandelten Fragen der Lagerausbildung, Schr rung usw. erfolgreich gelöst sind. [N 671] Dr. Adria

[4]) Reibungsziffern für Riemen- und Stahlbandtriebe. Danzig 1921.
[5]) Schulze-Pillot: Neue Riementheorie, S. 36, Berlin 1926.
[6]) Steinmetz: Dehnungsmessung am laufenden Riemen München und Berlin 1917.

[7]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 218.

Die Normung des Winkelmaßes

P. Füsgen, Oberingenieur der Firma „Rheinmetall", Düsseldorf

Nach einem Rückblick auf die bestehenden Winkeleinheiten werden die Forderungen aufgestellt, die bei der Reform der Winkelmessung zu berücksichtigen sind. Diesen Forderungen entspricht am besten der gestreckte Winkel als Einheit, da er die einfachste Beziehung zwischen wissenschaftlicher und praktischer Winkelrechnung ergibt. Die Einteilung der Winkeleinheit muß unbedingt dezimal erfolgen.

'ährend für Längenmessungen das Meter und seine de-
.en Teile und Vielfachen international und fast all-
.n eingeführt sind, herrscht auf dem Gebiete der Win-
.ssung ein üppiges Neben- und Durcheinander. Da mißt
athematiker den Bogen am Einheitskreis, d. h. mit der
.luten Winkeleinheit". Im gewöhnlichen Leben und
.r Technik rechnet man meist nach „Grad", wovon
.der 90 oder 100 mit den verschiedensten Unter-
.gen auf den rechten Winkel kommen. Der Astronom
.len Kreis in 24 Stunden zu je 60 Zeitminuten zu je
.itsekunden ein. Der deutsche Artillerist gar hat auf
.Kreisumfang je nachdem 360° (zu je 16/16°), 5760
.hntelgrad oder 6400 Strich, oder er gebraucht Kom-
.onen dieser Maßstäbe; die russische Artillerie rech-
.mit 6000 oder 6300 Strich. Der Seemann wiederum
.lie Windrose in 32 (nautische) Striche zu je 16 Sech-
.lstrichen ein.
.eitsekunde des Astronomen und Winkelsekunde, die
.) nicht mehr denselben Wert haben, werden aus der
.en Einheit durch Anwendung der Sechzigstel-
.ung gewonnen, selbst aber nötigenfalls meist de-
.l geteilt. Daß zur Vermeidung von Fehlern ange-
.te Aufmerksamkeit beim Arbeiten mit den heute
.en trigonometrischen Tafeln notwendig ist, wird jeder
.tigen, der sich damit beschäftigen muß. Besonders er-
.ld ist es, wenn mehrere Systeme in einer Arbeit
.einander benutzt werden müssen.

.rotzdem behauptet fast jeder, daß er für sein
. und seine Wissenschaft von dem durch die Über-
.ung geheiligten Winkelmaßsystem nicht abgehen
., ebenso wie bei Einführung des Meters der Schuster
. ohne den Fuß, der Schneider nicht ohne seine Elle
.mmen zu können glaubte.

.ür die Bestrebungen, die Winkelmessung zu ver-
.tlichen, müssen folgende Grundforderungen aufgestellt
.n:

1. Wissenschaft und Praxis müssen versuchen, mit einer einzigen Maßeinheit auszukommen; wenn sich das nicht erreichen läßt, ist eine möglichst einfache Zurückführung des einen Winkelmaßes auf das andre anzustreben.
2. Die Einteilung ist unbedingt dezimal durchzuführen.

.ltere und neuere Verbesserungsvorschläge erkennen
.rößten Teil die Forderung 2 an, lassen dagegen eine
.ende Rücksichtnahme auf das Zusammenklingen der
.nschaftlichen und der praktischen Messung vermissen.
.m Gebrauch befindlichen Winkelmaße entsprechen den
.rungen noch weniger, so daß keins dieser Systeme
.ereinheitlichung zugrunde gelegt werden kann.
.ollte man nun ein Winkelmaßsystem, bei dem eine
.se ganze Anzahl von Winkeleinheiten auf den Vollkreis
.t, wie es bei den vorhandenen praktischen Maßen der
.nd für das praktische Leben auch erforderlich ist, un-
.en auf die Infinitesimalrechnung anwenden, so würde
.hierfür recht bald die Schwerfälligkeit eines solchen
.ms herausstellen. Beispielsweise müßten dann die
.zreihen der trigonometrischen Funktionen, die sich
.nwendung der „absoluten" Winkelmessung sehr ein-
.gestalten, nunmehr außer anderen Beiwerten auch die
.onale Zahl π in steigender Potenz enthalten.
.r Weg ist also nicht gangbar.

.ersuchen wir deshalb, indem wir für die Wissenschaft
.bsolute System beibehalten, hiervon ein neues System
.ie Praxis abzuleiten.

.immt man für ein praktisches System den n-ten Teil
.ollkreises als Einheit, wobei n eine vorläufig be-
.e ganze Zahl bedeutet, so ist für jeden beliebigen
.el das Verhältnis der Anzahl Maßeinheiten im abso-
. Maß zu der Anzahl Maßeinheiten im praktischen
.m immer $2\,\pi/n$. Da n eine ganze Zahl sein soll, so
. das Verhältnis $2\,\pi/n$ am einfachsten für $n = 2$, es
nimmt dann den Wert π an. Die Forderung $n = 2$ bedeutet aber, daß die gegebene praktische Winkeleinheit der Zentriwinkel des Halbkreises, nämlich der gestreckte Winkel ist. Die absolute Einheit ist demgegenüber ein Winkel von $\frac{180°}{\pi} = 57{,}3°$.

Während der Halbkreis-Zentriwinkel im absoluten Maß die Größe $\pi = 3{,}14$ . . hat, lautet dafür die Größenangabe in dem entwickelten praktischen System: 1 [π], wobei „1" die Maßzahl, „π" die Winkeleinheit (nämlich der Halbkreis-Zentriwinkel selbst) ist. π hat natürlich auch in diesem Falle (als absolute Größe des gestreckten Winkels) den Wert 3,14 . ., aber im praktischen Rechnen und für den mathematischen Anfangsunterricht ist es einfach die Winkeleinheit, der Halbkreis, so wie bisher der Grad die Einheit darstellte. Beispielsweise würde der sonst 45° genannte Winkel heißen: 0,25 [π], wobei der Ausdruck als Ganzes, d. h. die sich durch die Vervielfachung $0{,}25 \times \pi$ ergebende Größe, den „absoluten" Wert (= 0,785 . .) darstellt, während in der Praxis 0,25 Winkeleinheiten π darunter verstanden werden.

Der Vorzug liegt also darin, daß die vollständige Größenangabe eines Winkels wie bisher seinen absoluten Wert darstellt, daß aber das praktische Maß ganz einfach dadurch gewonnen wird, daß man aus dem Zahlenwert die Einheit π aussondert (falls sie nicht schon in dem Ausdruck gesondert enthalten ist). Einige Beispiele werden das erklären:

Der absolute Wert des Winkels $0{,}275\,\pi$ ist $0{,}275 \times 3{,}14 = 0{,}864$, während der unveränderte Ausdruck 0,275 [π] das praktische Maß darstellt; ein Winkel von der Größe 0,32 hat den absoluten Wert 0,32, die praktische Größe $\frac{0{,}32}{\pi}$ [π] $= 0{,}102$ [π].

Das vorgeschlagene Winkelsystem erinnert an die neuzeitliche Modulteilung der Zahnräder. Hier werden bekanntlich die Teilungen auf dem Teilkreis nicht mehr wie früher in glatten Millimetern gewählt, sondern mit Rücksicht auf glatte Durchmesser als Vielfache der Zahl π angegeben. Beispielsweise hat ein Zahnrad mit der Angabe „Modul 6" oder „Teilung $= 6\,\pi$" eine Teilung von $6 \times \pi = 18{,}85$ mm; die Zahl 6 (mm) ist der „Modul". Dieser ist dabei das praktische Zahlenmaß, während 18,85 mm die absolute Teilung darstellt. Der zu einer Teilung gehörige Zentriwinkel ergibt sich sofort, wenn die Teilung durch den Halbmesser des Teilkreises geteilt wird, und zwar das (vorgeschlagene) praktische Winkelmaß durch Teilen des praktischen Teilungsmaßes 6 mm [π] (wobei man π als Einheit unverändert stehen läßt), das absolute Winkelmaß durch Teilen des absoluten Teilungsmaßes 18,85 mm.

Selbstverständlich wird man die verhältnismäßig große Winkeleinheit „π" teilen müssen, und zwar, mindestens ebenso selbstverständlich, dezimal, etwa in 1000 oder 100mal 100 Teile. Nennt man vorläufig einmal den 1000. Teil ein „Milli-π", so hat beispielsweise der frühere 45°-Winkel eine Größe von 250 Milli-π, und sein absolutes Maß ergibt sich ohne weiteres durch Ausmultiplizieren zu $250 \times \pi/1000 = 0{,}785$.

Ich glaube gezeigt zu haben, daß die oben aufgestellten beiden Forderungen, denen sich m. E. niemand verschließen kann, mit dem vorgeschlagenen Winkelmaß am einfachsten erfüllt werden. Wird diesem Winkelmaß der Vorwurf gemacht, daß in ihm beispielsweise die Winkel des gleichseitigen Dreiecks keine ganzen Zahlen annehmen, so ist zu berücksichtigen, daß man unter Vermeidung der Milli-Einteilung den „60°"-Winkel einfach ⅓ π nennen kann. Die Summe der drei Winkel eines beliebigen Dreiecks hat übrigens den glatten Wert von π (= 1000 Milli-π).

Der Vorwurf der geringeren Teilungsmöglichkeit in ganze Zahlen gegenüber der alten Gradteilung wäre außerdem nicht dem Winkelsystem, sondern unserem Zahlensystem zu machen, dem die Grundzahl „zehn" statt der viel besser geeigneten Zahl „zwölf" zugrunde gelegt wurde[2]). Es ist aber abwegig, bei Aufstellung eines Winkelmaßes das nachholen zu wollen, was bei Aufstellung des Zahlensystems versäumt wurde. Mit kaum geringerer Berechtigung hätte man dann auch für Längen- und Kräftemaße (Gewichtmaße) etwa eine Teilung in Sechzigstel verlangen können.

Von artilleristischen Kreisen wird das Verlassen der Teilung von 5760 Sechzehntelgrad oder 6400 Strich auf dem Umfang vielfach mit dem Hinweis darauf als unmöglich hingestellt, daß man die bequeme Faustformel „1 Sechzehntelgrad oder 1 Strich Änderung der Seitenrichtung verlegt den Treffpunkt für je 1000 m Entfernung um an-

Ursprünglich war 1 Grad der Sonnenweg im Tierkreis an einem

[2]) Vergl. Sieber, Die Normung des Zahlenmaßes. Maschinenbau-Gestaltung Bd. 1 (1922) S. 98.

nähernd 1 m nach der Seite“ nicht entbehren könne. Ein derartiger, ich möchte sagen, kleinlicher Einwand sollte doch für die Festlegung eines allgemeinen Maßsystems nicht entscheidend sein, abgesehen davon, daß das, was für die alte artilleristische Einheit 1 m ist, für das Milli-π mit derselben oder einer größeren Genauigkeit 3 m bedeutet, daß ferner in dem neuen System die Seitenverlegung (im Bogen gemessen) sich genau durch Vervielfachen des (absoluten) Winkels mit der Entfernung ergibt.

Der Einwurf, daß die Umstellung auf ein neues, einheitliches Winkelmaß gewaltige Kosten verursache, wird bekanntlich bei jeder Normung erhoben. Aber sollte nicht gerade auf unserem Gebiete die spätere dauernde Ersparnis die Kosten reichlich aufheben? Kein Mensch denkt übrigens an einen sofortigen und allgemeinen Ersa alten Teilung durch die neue. Zunächst handelt es erst einmal darum, die Grundlagen festzulegen.

Erforderlich ist es jedoch, daß bei der Festsetzun neuen Winkeleinheiten Wissenschaft und Pr Hand in Hand arbeiten und daß keine Kirchturmpolit trieben wird; nur große Gesichtspunkte dürfen den schlag geben. Für den Deutschen Normenausschuß w eine dankbare Aufgabe, unter Fühlungnahme mit den gebenden ausländischen Stellen die Leitung zu überne Unter zielbewußter Führung werden sich sicher gen Helfer an dem wichtigen Werk finden. [N 1

Abb. 1
Übersichtskarte der deutschen Kraftübertragungsleitunger

Die deutschen Kraftübertragungsleitungen

Die Gesamtlänge aller Kraftübertragungsleitungen für mehr als 30 kV Übertragungsspannung im Deutschen Reich, Abb. 1, betrug Ende des Jahres 1926 18 998,7 km. Davon waren 11 496,3 km (60,51 vH) Kupferleitungen, 6775,4 km (35,66 vH) Aluminiumleitungen, 600 km (3,16 vH) Stahlaluminiumleitungen und 127 km (0,67 vH) Bronzeleitu Drehstromleitungen mit doppelter Belegung (sechs S sind hierbei doppelt gerechnet. Das Gewicht der ges Leitungen betrug 27 684,9 t, von denen 39,5 vH (10 935, den Höchstspannungsleitungen von 100 kV und mehr v waren. Im einzelnen verteilten sich die Kupfer- und Br leitungen bezw. Aluminium- und Stahlaluminiumleit auf die verschiedenen Spannungen nach Zahlentafel

Entsprechend der Zunahme der Leistungen sin Lauf der Jahre auch die Querschnitte der Leitungen deutend gestiegen. Während noch 1906 keine einzige tung mehr als 50 mm² Querschnitt hatte und 1917 der g Querschnitt 70 mm² betrug, wurden seitdem 2408,8 km tungen mit 95 mm² Querschnitt, 4173,9 km mit 12 Querschnitt, 1668 km mit 150 mm² Querschnitt und 3 mit 200 mm² Querschnitt und mehr verlegt. [M 3

Berlin

Zahlentafel 1

Verteilung der Leitungen aus verschiedenen Metallen im Deutschen Reich auf die verschiedenen Spannungen

1. Kupfer- und Bronzeleitungen:

Spannung . . . . kV	30	35	40	45	50	55	60	übe
Länge . . . . km	902,2	356,6	1837,2	241,6	2706,2	499,7	2107,3	29

2. Aluminium- und Stahlaluminiumleitungen:

Spannung . . . . kV	30	35	40	45	50	55	60	übe
Länge . . . . km	198,2	54,3	333,9	—	634,6	97,7	1527,7	45

RUNDSCHAU

Feuerung

elbsttätige Temperaturregelung

s ein besonderer Vorteil der Gasfeuerung wird von
ıer Seite ins Feld geführt, daß sie jedem Betriebs-
nau angepaßt werden kann. So ermöglicht die Gas-
ıg z. B. auch, was in zahlreichen Fällen von aus-
gebender Wichtigkeit ist, Einstellung und Einhaltung
bestimmter Temperaturen. Größter Wert auf genaue
ıöglichkeit der Temperatur ist hauptsächlich in sol-
letrieben zu legen, in denen bei Nichteinhaltung vor-
iebener Temperaturen der anfallende Ausschuß im
tnis zu den Anlage-, Betriebs- und Bedienungskosten
roß ist.

i Kohlenbeheizung sucht man sich gegen Un-
näßigkeit der Temperaturen dadurch zu helfen, daß
roße Massen erwärmt, z. B. die Muffel eines Glüh-
oder das Speichermauerwerk eines Backofens, die bei
ıen Temperaturen die Wärme aufnehmen, um sie bei
geren Temperaturen wieder abzugeben. Derartige
speicherung bedingt jedoch, besonders für nur kurze
eheizte Betriebe, große Verluste, da auch für kleine
n der große Speicher aufgeheizt werden muß. Ins-
ere ist auch bisweilen der Strahlungsverlust nicht un-
ıtlich.

ir die Ausgestaltung des Temperaturreglers ist das
tnis zwischen Wärmebedarf beim Anheizen und
bedarf beim Weiterheizen ein wichtiger Wert. Bei
Fleischereikessel z. B. beträgt das Verhältnis 10 : 1;
raucht zum Aufrechterhalten der Temperatur nur
hntel der Anheizleistung. Bei Lackierschränken da-
beträgt das Verhältnis rd. 3 : 1.

i einem Regler für Gasfeuerung muß unter-
en werden, ob er für leuchtende Flammen, für Bunsen-
n oder für Preßgas- und Preßluftbrenner verwendet

n einfachsten ist die Regelung der leuchtenden
e, Abb. 1 und 2. Der Wärmefühler wirkt auf eine
an, die je nach der Temperatur mehr oder weniger
t wird und daher den Gasdruck mehr oder weniger
t, so daß durch die gleiche Düse mehr oder weniger Gas
ımt. Der als Beispiel in Abb. 1 gezeigte Temperatur-
der Firma Junkers & Co., Dessau, arbeitet mit einem
fühler, der als eine mit leicht siedender Flüssigkeit
e Kapsel ausgebildet ist. Erwärmt sich diese Flüssig-
übt die sie umgebende Metallwand einen Druck auf
sventil der Umleitung aus und verringert den Gas-
ıß der Umleitung, d. h. verstärkt den Gasdruck über
edermembran des Hauptventils und bewirkt somit
erringerung des Gasdurchlasses des Hauptbrenners.
Regler finden hauptsächlich Anwendung bei Haus-
gsgeräten, wie Warmwasserbereitungs-Einrichtungen,
en und Zentralheizungsanlagen.

hwieriger ist die Ausgestaltung eines Temperatur-
für Bunsenbrenner, da hier bei zu starker
selung des Gases im Mischrohr des Bunsenbrenners
ngünstige Mischung zwischen Gas und Luft eintreten
nd die Flamme zurückschlägt. Bei einer Anzahl der
gen Bunsenbrenner tritt das Zurückschlagen bei
lung auf ein Drittel der Volleistung ein. Daher muß
hierbei, wenn das anfangs erwähnte Verhältnis den Wert
3 : 1 übersteigt, die Gesamtzahl der Brenner vermindert
werden. Das kann z. B. so vorgenommen werden, daß alle
Brenner zusammen die Anheizleistung decken, während der
kleinste Brenner allein für das Weiterheizen ausreicht. Eine
solche Einrichtung kann entweder durch Beeinflussen
der Hauptbrenner mit der Hand geregelt werden, während
der Weiterheizbrenner mit einem Regler in der Art wie bei
leuchtenden Flammen versehen ist, oder die Hauptbrenner
werden beim Erreichen einer bestimmten Temperatur durch
einen Kurzschlußregler, der vollkommen absperrt, gelöscht
und die Feinregelung wird wie im ersten Falle durchgeführt.

Alle diese Schwierigkeiten werden in neuester Zeit
durch Anwendung von Bunsenbrennern vermieden, die nach
Art des Injektors gebaut sind. Hier saugt sich der Brenner
— je nach der Ausströmgeschwindigkeit des Gases aus der
Düse, also je nach dem Druck vor der Düse — immer die
richtige Luftmenge an; demnach kann die Regelung genau
so vorgenommen werden wie bei der leuchtenden Flamme.

Bei der Besprechung des unvollkommenen Bunsen-
brenners wurde ein Kurzschlußregler erwähnt. Zum
vollkommenen Schließen eines Ventils, das den Gasdurchlaß

voller Gasdruck — verringerter Gasdruck

Abb. 1 und **2**
Wirkungsweise der selbsttätigen Temperaturregelung
für Warmwasser-Umlaufgeräte mit leuchtender Gasflamme

a Griff für den Gashahn
b Zündflammenhahn
c Verschlußkappe
d Gasdrosselküken
e Ledermembran mit Ventilteller
f Gashauptventil
g Manometerstutzen
h Steuerbrenner
i Zündflamme mit Regelung
k Brenner
l Wasserbehälter
m Metallmembran
n Gasventil
o einstellbare Verschlußkappe mit Gegenring

Metallrohr mit starker Wärmedehnung
Metallstab mit geringer Wärmedehnung

a Regelschraube
b Druckluft oder Druckwasserdüse
c Zuleitung
d Temperaturregelschraube
e Federbelastung
f Druckluft oder Druckwasserableitung
g Drosselscheibe

Abb. 3 und **4**
P turregler (Thermostat) für Betrieb durch Druckwasser oder
uft von 1 bis 2 at und für Temperaturen von — 20 bis + 300° C

Abb. 5. Wärmefühler mit Einstellvorrichtung

a Wärmefühler mit Einstellvorrichtung
b Fühler-Schutzrohr
c Regelventil für Luft
d kleiner Schalthahn
e Regelhähne (Mischhähne)
f Einstellschraube
g Absperrhähne
h Regelventil für Gas

die Temperatur dieser Fläche wird gleich hoch gehalten

Abb. 6 bis **9**
Beheizte Platte mit Niederdruckgas- oder Preßgas-Brenner ... kleine Gasmengen

a Selbsttätiges Gasregelventil
b Leitung für Druckgas
c „ „ Niederdruckgas
d Wärmefühler
e Brenner
f Einstellung

sicher absperrt, ist eine größere Kraft nötig. Soll diese Kraft von einem Fühler ausgeübt werden, so muß dieser naturgemäß stark gebaut sein — er muß eine große Masse besitzen. Große Masse im Fühler bedingt wiederum, daß das Gerät an Empfindlichkeit verliert, da für die Erwärmung des Fühlers eine große Wärmemenge nötig ist. Man kann deshalb eine derartige Regelung nur mit großem Spielraum in der Temperatur durchführen oder den Regler klein bemessen und nur zum Verstellen eines Servomotors verwenden.

Abb. 3 und 4 bringen als Beispiel solcher Art den Regler der Gesellschaft für selbsttätige Temperaturregelung, Berlin. Hier besteht der Fühler aus einem Metallstab mit geringer Wärmedehnung, über den ein Metallrohr mit starker Wärmedehnung geschoben ist. Erwärmt sich der Fühler, so dehnt sich das Mantelrohr aus, während der Innenstab zurückbleibt. Dieser Bewegungsunterschied wird durch Hebelübersetzung vergrößert und bewirkt das Sperren einer Druckluft- oder Druckwasserdüse. Wird die Düse gesperrt, so staut sich das Wasser oder die Luft in der Leitung und übt auf das mit dieser in Verbindung stehende Hauptventil einen Druck aus, der zur Drosselung der Gaszufuhr führt. Als Hilfskraft wird in diesem Falle Druckwasser oder Druckluft von 1 bis 2 at verwendet.

Druckgasbrenner kann man in der gleichen Art regeln wie leuchtende Flammen, also durch bloße Drosselung des Gasdurchlasses unter der Voraussetzung, daß der Brenner richtig gebaut ist.

Bei Druckluft-Gasbrennern ergibt sich vielfach die Notwendigkeit, nicht nur die Gasmenge, sondern auch die Luftmenge zu regeln, damit das Mischverhältnis zwischen Gas und Luft gewahrt bleibt. Abb. 5 zeigt eine solche Regelung der Firma G. Kromschröder, Osnabrück, für die Beheizung eines Schmelzkessels. Der Fühler besteht wiederum aus einem Rohr und einem innenliegenden Stab, die beide verschiedene Wärmedehnung haben. Der Bewegungsunterschied der beiden Teile bei der Erwärmung wird auf ein Gasventil übertragen, das in der Nebenleitung des Gasstromes liegt. Beim Schließen des Ventils steigt der ... in der Nebenleitung und bewirkt das Schließen der ...ventile in Luft- und Gasleitung. Dort, wo besondere ...hähne für Gas und Luft vorhanden sind, kann man mit einem einzelnen Regelventil in der Luftleitung (di... saugt hier das Gas an) auskommen.

Abb. 6 bis 9 mögen noch den Kromschröder-Regl... Niederdruckgas oder Druckgas zeigen in seiner Anwe... für die Regelung der Temperatur einer beheizten ... Man sieht, wie sich der Gasregler den Bedürfnisse... schwierigsten Beheizungsarten anpassen läßt (Behe... von Wasserbehältern, Lackkesseln, Schmelzkesseln, ...platten, Kalanderwalzen, Trockenschränken usw.).

Soll eine einwandfreie Temperaturregelung ... werden, so muß der Fühler in enger Berührung mi... Stoff bleiben, dessen Temperatur er zu regeln hat. ... durchführbar ist dies bei der Beheizung von Gase... Flüssigkeiten, in die der Wärmefühler eintaucht. S... riger wird der Vorgang hingegen bei der Beheizun... festen Körpern. Hierbei muß der Fühler so angebracht, daß er, wenn er auch nicht gerade den gleichen Te...turen wie das Werkstück selbst ausgesetzt ist, doch ... anzeigt, die nach Ausprobung einen Rückschluß a... tatsächlichen Temperaturen möglich machen. [M 4...

Berlin Dipl.-Ing. Kurt Kaß...

Abb. 10 und **11**
Schieber für Heißdampf bis 425 °C und 60 at Betriebsdruck ohne Druckausgleichvorrichtung von Dingler, A.-G., Zweibrücken

Abb. 11

Abb. 12
Dampfraum des Heißdampfschie... nach Abb. 10 und 11, Dichtun... platten abgezogen

a, b Abdrücknocken
c, d bearbeitete Stangen, die ve...dern, daß die Dampfströ... die Dichtungsplatten gege... Gehäuseringe drückt

Maschinenteile

Hochdruck-Heißdampfschieber

Der in dieser Zeitschrift Bd. 70 (1926) S. 1264 beschrie-
be Hochdruck-Heißdampfschieber der Firma Dingler A.-G.,
Zeibrücken, bei dem der übliche innere Druckausgleich
d ch Ventile oder durch eine Umleitung mittels eines
z iten Schiebers fortfällt und im Schieberdampfraum keine
b'eglichen Verbindungsteile oder Gewinde vorkommen, ist
i wischen weiter vervollkommnet worden, s. Abb. 10 bis 12.
Der äußere Aufbau und der Dampfraum sind weiter ver-
e facht. Zum Abheben der Dichtungsplatten dienen nicht
m hr zwei besondere Spindeln, die nacheinander die Platte
a zwei Stellen angreifen, vielmehr wirkt jetzt die Mittel-
s ndel bis zum vollen Druckausgleich nur an einer Stelle
d Plattenrandes, und zwar mittels zweier Abdrücknocken *a*
u l *b*, Abb. 12. Dadurch entfallen zwei Deckeldurchführun-
g mit Stopfbüchsen und die Stirnräder und Zahnbögen,
d bei der früheren Bauart notwendig waren. Bei dem
r ien Schieber kann man die Platten abheben und hoch-
z hen, schon bevor der Druckausgleich hergestellt ist. Die
/ drücknocken wirken auf 270 ° Spindeldrehung und heben
d Platten unter steter Druckverminderung ab. Bearbeitete
S ngen *c* und *d*, die beim Emporziehen der Platten diese im
G häuse führen, verhindern, daß die Dampfströmung die
P tten gegen die Gehäuseringe preßt. Die Platten sind mit
/ sicht elastisch ausgebildet, damit sie sich unter dem
E fluß des Dampfdrucks auch bei ungleichmäßiger Aus-
d nung des Gehäuses dicht anlegen. [M 585]

Zweibrücken Karnath

Elektrotechnik

Ein Riesen-Drehstromerzeuger

In den Rheinischen Stahlwerken, Duisburg-Meiderich,
h ben die Schorchwerke, A.-G., Rheydt, einen Drehstrom-
e euger für 10 000 kVA bei 5300 V und 94 Uml./min auf-
g tellt, der in bezug auf seine Abmessungen wohl die bis-
h größte Dynamomaschine überhaupt darstellt.

Das Gehäuse des ruhenden Ankers, Abb. 13, ist viertei-
l und hat 10 750 mm Außendurchmesser bei 8950 mm Boh-
r ng des Blechkörpers. Die Ankerbleche werden, wie üb-
l h, auf prismenförmigen, im Gehäuse angeschraubten
L iealen geführt sowie durch isolierte Schraubenbolzen und
k äftige Druckplatten an der Stirnseite fest zusammen-
g preßt. Auf die wirksame Eisenbreite kommen sechs radial
a geordnete Lüftkanäle, die in der Mitte der Maschine dich-
t angeordnet sind, um die Wicklung dort stärker abzu-
k hlen und örtliche Übertemperaturen zu verhindern.

Der Anker, Abb. 14, hat zwei halbgeschlossene Nuten je
P l und Phase. In jeder Nut liegen zwei Leiter, die zur Ver-

Abb. 14
Anker des Drehstromerzeugers, Abb. 13

Abb. 13
Drehstromerzeuger für 10 000 kVA bei 5300 V und 9400 Uml./min

minderung der zusätzlichen Kupferverluste in mehrere Teil-
leiter zerlegt sind. In die Leiter ist nach vorherigem Luft-
leermachen heiße Isoliermasse unter hohem Druck einge-
preßt; diese Maßnahme verhindert Lufteinschlüsse, die
durch Glimmentladung zur Zerstörung der Isolation führen
und einen Durchschlag der Wicklung einleiten würden. Die
so behandelten Leiter sind mit Glimmerisolierung (Mika-
folie) heiß umpreßt. Die Verbindung der einzelnen Leiter
auf der Stirnseite besteht aus vollen Kupfergabeln, die
in zwei Ebenen angeordnet und mittels isolierter Bolzen
und Segmentstücke gegen das Gehäuse gestützt sind, so daß
auch bei einphasigem Kurzschluß und den dabei auftreten-
den großen Kräften keine Verformung der Spulen eintreten
kann, Abb. 15. Hierbei sind die Abstände sowie die Dicke
und die Art der Isolierstoffe derart gewählt und die Form-
gebung ist eine solche, daß bei der Betriebspannung im
dunklen Raum noch keine Glimmerscheinungen wahrnehm-
bar sind und auch bei der Prüfspannung noch keine Gleit-
funken-Vorentladungen auftreten.

Die Füße sind nicht mit dem Gehäuse zusammengegos-
sen, sondern abschraubbar, damit bei einem etwa notwendi-
gen Austauschen von Ankerspulen in der unteren Gehäuse-
hälfte die Füße entfernt und das Gehäuse auf dem Polrad
aufliegend um 180 ° gedreht werden kann. Die Spannweite
des Gehäuses, d. h. das Maß über die Außenkanten der
Füße gemessen, beträgt 13 m. Um die bei dem großen
Durchmesser unvermeidliche Durchbiegung des Gehäuses
auf ein Mindestmaß zu beschränken, ist es kastenförmig
ausgebildet und mit innen liegenden hohen Versteifungs-
rippen versehen. Das vollständige Ankergehäuse wiegt 70 t.

Der Luftspalt zwischen Anker und Polrad beträgt
7,5 mm. Dieses ist aus Stahlguß und ebenfalls vierteilig
ausgeführt. Beiderseits der Nabe wird es durch zwei über-
einander geschrumpfte Stahlringe auf der Welle befestigt,
die in der Nabe 950 mm Dmr. hat. Das Rad hat 64 Stahl-
gußpole mit halbrunden Enden; die Befestigungsbolzen
gehen durch den Induktorkranz hindurch. Die aus hochkant
gewickeltem Flachkupfer bestehende, mit Hartpapierisolie-
rung versehene Wicklung ist durch eingelegte Spannrah-
men unter eine Druckspannung gesetzt, die höher ist als
die unter der Wirkung der Fliehkräfte auftretende Be-
anspruchung.

Der Stromerzeuger sitzt auf der Welle eines von der
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gelieferten Viertakt-
Zwillingsgasmotors von 13 000 PS Leistung. Um einen
einwandfreien Parallelbetrieb zu gewährleisten, hat man mit
Rücksicht auf diese Antriebmaschine im Polrad ein
Schwungmoment von 8000 tm² bei einem Gesamtgewicht
von 175 t untergebracht. Außerdem haben die Pole Dämp-
ferstäbe aus Rundkupfer, die an beiden Stirnseiten in
Messingsegmente eingelötet sind. Diese sind zwischen den

Abb. 15
Abstützungen der Anker-Wickelköpfe

einzelnen Polen durch nachgiebige Flachkupferbänder verbunden. Die Dämpfwicklung ist so angeordnet, daß sie die Spannungsoberwellen stark abflacht. Die Form der Polschuhe ergibt eine praktisch sinusförmige Spannungskurve.

Das Gesamtgewicht des Stromerzeugers ohne Welle beträgt 245 t. Zur Erregung dient ein besonderer Erregersatz, bestehend aus Antriebsmotor, Haupterreger und Hilfserregermaschine, in deren Nebenschlußkreis parallel zum Nebenschlußregler ein Schnellregler für gleichbleibende Spannung angeordnet ist. [M 537] Wgm.

Mechanik

Reibung zwischen Rad und Bremsklotz

Versuche zur Ermittlung der Reibung zwischen Rad und Bremsklotz im Bremsversuchsamt Grunewald[1]) unter Leitung von Regierungsbaurat Metzkow sind zu einem gewissen Abschluß gelangt[2]). Die Untersuchung zielte auf folgende Hauptpunkte ab:

1. Abhängigkeit der Reibung von der Geschwindigkeit,
2. Abhängigkeit der Reibung vom spezifischen Bremsklotzdruck,
3. Ermittlung der Bremsklotzhärte,
4. Einfluß der Temperatur und der Feuchtigkeit.

Ohne die zahlreichen Vor- und Sonderversuche mitzurechnen, wurden 1500 Einzelversuche an der Versuchseinrichtung, Abb. 16, ausgeführt.

Diese besteht aus einer aus Radreifenstahl hergestellten Reibscheibe von 300 mm Dmr. Die Versuchsbremsklötze hat man aus dem Innern großer Bremsklötze ausgeschnitten, um möglichst gleichförmigen Werkstoff zu erhalten; sie sind der Reibscheibe im Verhältnis großer Bremsklötze zu normalen Eisenbahnrädern angepaßt. Die beiden Bremsklötze sitzen an einem Zaum einander gegenüber. Nach Abb. 16 ist

$$(2 P \mu) r = Q h ,$$

demnach

$$\mu = \frac{Q h}{2 P r} .$$

Der Ausschnitt aus einer Versuchsaufnahme, Abb. 17, gibt Aufschluß über die näheren Versuchsumstände. Grundsätzlich sollte hier der Einfluß der Geschwindigkeit bei gleichem spezifischen Druck gezeigt werden.

Wesentlich ist, daß diese Versuche als Durchzugversuche bei gleichbleibender Geschwindigkeit ausgeführt wurden, da bei Auslaufversuchen, bei denen zu jeder augenblicklichen Geschwindigkeit stets nur ein Punkt der Reibungslinie gehört, zufällig auftretende Störungen zu falschen Schlüssen führen könnten. Nur bei den Versuchen, die zur Ermittlung der Reibung beim Übergang auf den

Abb. 16
Allgemeine Anordnung der Versuchseinrichtung

Stillstand dienten, mußten Auslaufversuche ausgefüh werden. Die Abhängigkeit der Reibung von der Geschwi digkeit zeigt die für einen spezifischen Bremsklotzdru von 2 kg/cm² aufgezeichnete Schaulinie, Abb. 18. Die b rechneten Mittelwerte sind als leere und volle Kreise die Darstellung eingezeichnet. Für spezifische Bremsklo drücke von 4, 6, 9 und 12 kg/cm² haben die Linien a einen ähnlichen Verlauf. Auch hier wurden Durchzugve suche für Geschwindigkeiten von 10, 25, 40, 60, 80, 10 125 und 150 km/h, sowie Auslaufversuche von 40 km/h b beinahe auf Stillstand durchgeführt. Besonders wichtig die Kenntnis der Reibungsverhältnisse bei großen Geschwi digkeiten, da die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit u bedingte Zuverlässigkeit der Bremsung erfordert.

Bereits in den Jahren 1902/03 hatte die Studiengese schaft für elektrische Schnellbahnen durch Versuche festg stellt, daß sich die Reibungszahl nach Überschreitung ein bestimmten Geschwindigkeit wieder erhöhte. Die Bestä gung dieser Beobachtung ergaben die vorliegenden V suche, besonders bei spezifischen Klotzdrücken von 4, und 12 kg/cm². Mit wachsendem spezifischen Klotzdru sinkt die Reibungszahl. Die Anwendung übertrieben hoh Klotzdrücke ist daher unzweckmäßig und unwirtschaftli Einen praktischen Beweis liefert die Tatsache, daß e und derselbe Zug unter den gleichen Verhältnissen ein kürzeren Bremsweg hat, wenn man möglichst viele Bren klötze verwendet, obwohl der Gesamtwirkungsgrad schle ter wird. Daher ist doppelseitige Bremsung immer v zuziehen, wobei die Reibfläche des einzelnen Bremsklot möglichst groß sein soll, so daß sich der Verschleiß v ringert. Die Versuche wurden, wie erwähnt, mit weicher und härteren Bremsklötzen ausgeführt, und zwar mit Här von 195 bis 255 Brinelleinheiten. Auf Grund der vorlieg den Versuche wird empfohlen, für die Bremsklötze k weicheres Gußeisen als solches mit mindestens 195 200 Brinelleinheiten zu verwenden. Die Versuche lehr ferner, daß sich bei größeren Geschwindigkeiten 120 km/h die Reibungszahl des weicheren Bremsklotzes des härteren Klotzes stark nähert und sie zum Teil wie überschreitet.

Die Mittelwerte der Ergebnisse von Versuchen harten und weichen Bremsklötzen sind in der Zahlentafe zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Mittlere μ-Werte.

Klotzdruck kg/cm²	Fahrgeschwindigkeit km/h 0	10	25	40	60	80	100	125	1
2		0,488	0,328	0,270	0,220	0,199	0,190		
4	0,625	0,431	0,270	0,225	0,192	0,180	0,170	0,167	0,
6	0,570	0,408	0,248	0,212	0,185	0,171	0,158	0,146	0,
9	0,520	0,388	0,229	0,203	0,178	0,162	0,149	0,139	0,
12	0,478	0,369	0,212	0,193	0,172	0,156	0,143	0,134	0,

Werte von spezifischen Klotzdrücken unter 2 kg/ festzustellen war äußerst schwierig, da starke Erzitterun in der Versuchseinrichtung auftraten. Für die Praxis, ständige Erschütterungen die Reibungszahl beeinflus empfiehlt es sich, von den Prüfstandwerten etwa 12 15 vH abzuziehen.

Nach den Versuchen steigt die Reibungszahl ein w mit der Temperatur. Zur Feststellung dieser Temperat dienten Thermoelemente. Die Erfahrung, daß sich beim

[1]) Vergl. Glasers Annalen Bd. 96 (1925) S. 137 u .
[2]) Vergl. Glasers Annalen Bd. 99 (1926) S. 149 u. f.

Zahlentafel 2
Mittlere Reibungszahlen bei verschiedenen Temperaturen

v km/h	$p = 2$ kg/cm² t_a	t_e	$\mu_e : \mu_a$	$p = 4$ kg/cm² t_a	t_e	$\mu_e : \mu_a$	$p = 6$ kg/cm² t_a	t_e	$\mu_e : \mu_a$	$p = 9$ kg/cm² t_a	t_e	$\mu_e : \mu_a$	$p = 12$ kg/cm² t_a	t_e	$\mu_e :$
10	25	25	1,0	50	175	1,034	100	250	1,035	100	350	1,105	125	225	1,1
25	50	75	1,029	100	300	1,019	100	375	1,18	100	400	1,041	150	450	1,1

Abb. 17
Ausschnitt aus der Aufnahme eines Durchzugversuches
Spez. Bremsklotzdruck $p = 4$ kg/cm², $v = 10$ km/h, $h = 195$ Brinelleinheiten

Werte für Abschnitt a		Werte für Abschnitt b	
Zeit = 60 s	mittlere Höhe = 5,05 cm	Zeit = 72 s	mittlere Höhe = 4,943 cm
Temperatur = 68 °C	mittlerer Druck P = 20,725 kg	Temperatur = 72 °C	mittlerer Druck P = 19,907 kg
Fläche = 112,59 cm²	mittlere Reibungszahl μ = 0,4278	Fläche = 109,71 cm²	mittlere Reibungszahl μ = 0,4109

Abb. 18 Abhängigkeit der Reibungszahl μ von der Geschwindigkeit bei 2 kg/cm² spezifischem Klotzdruck für harte (●---) und weiche (○——) Bremsklötze

+) Die Zahlen bedeuten das Verhältnis der Reibungszahl vom weichen zum harten Bremsklotz.

langer Gefälle die Bremswirkung verschlechtert, ist Metzkows Ansicht nicht auf eine Abnahme der Reibzahl zurückzuführen, sondern auf ein Nachlassen der kraft. In Zahlentafel 2 sind die Mittelwerte der ıgszahl für verschiedene Temperaturen bei verschiespezifischen Klotzdrücken einander gegenübergestellt. bezeichnen die Zeiger a und e für t und μ die Anund Endwerte.

ie Ergebnisse der Versuche über den Einfluß der igkeit und die Versuchsumstände sind aus Zahlen3 ersichtlich, wobei die Angaben besagen, wie sich eibungszahl gegenüber der eines trockenen Klotzes t.

Zahlentafel 3
erte von nassen Bremsklötzen gegenüber trockenen.

Bremsdruck cm²	$v = 25$ km/h vH	$v = 60$ km/h vH	$v = 100$ km/h vH
4	— 14,1	— 15,6	+ 15,2
6	— 18,7	— 11,8	+ 24,2
2	— 16,9	+ 3,2	+ 22,7

ie Versuche sollen noch weiter fortgesetzt werden ich vor allem auch auf das Bremsklotzmaterial eren, sowie darauf, die Bremswege durch Auslaufhe zu ermitteln. Krs.

Gesundheitsingenieurwesen

er technische Aufbau der Frischasser-Kläranlage, Bauart „OMS“

as von Prof. Dr. Strell, München, in seinem Auferwähnte Boller- Patent Nr. 273 794 aus dem Jahre st die Grundlage des unter dem Kennwort „OMS“ in raxis eingeführten Frischwasser-Klärverfahrens, das n dem Aufsatz, allerdings nur kurz, beschrieben wort. Es verwirklicht neben der schon bekannten selbsta Ausscheidung der Sinkstoffe auch eine mit den bis üblichen Verfahren noch nicht mögliche, selbsttätige heidung der Schwimmstoffe, bringt also einen neuen Gedanken und einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiete der Frischwasser-Klärung. Durch die Unterwasseranordnung des Absitzraumes erhält der Schlammraum die größtmöglichste Oberfläche; die sonst vielfach auftretenden unangenehmen Folgen der Zusammendrängung der Schwimmdecke auf einen schmalen Raum werden also völlig vermieden.

Z. Bd. 71 (1927) S. 291; s. a. Z. Bd. 62 (1918) S. 104.

Bei den „OMS“-Anlagen ist der Absitzraum allseitig umgrenzt. Es werden dadurch vergrößerte Reibungsflächen und infolge der größeren Tiefenanlage auch absolut größere Reibungen geschaffen. Infolge dieser Vergrößerung der Reibung werden in Verbindung mit den Geschwindigkeitsänderungen, die dadurch eintreten, daß der Durchflußquerschnitt des Absitzraumes unabhängig von der Zuflußmenge unveränderlich bleibt, die Rutschflächen durchaus selbsttätig gereinigt, während sie bei dem offenen Gerinne durch besondere Bedienung gereinigt werden müssen.

Die im Abwasser enthaltenen Schwimmstoffe scheiden sich von selbst aus und verlassen den Absitzraum durch den oberen Schlitz, können also das noch zu klärende Abwasser nicht verunreinigen, wie bei Konstruktionen mit offenem Gerinne, bei denen die Schwimmstoffe an Tauchwänden zurückgehalten werden und zu einer Infizierung führen können, wenn sie nicht regelmäßig durch den Wärter entfernt werden.

Die nach Menge genau einstellbare Durchströmung und Durchspülung des Faulraumes ermöglicht eine bessere Abführung der Abbaustoffe des Schlammes, wodurch dieser erfahrungsgemäß günstig beeinflußt wird.

Abb. 19 und **20.** Hausklärgrube Bauart OMS
a Zulauf b Absitzraum c Schlammraum d Ablauf

a Sandfang
b Rechen
c Pumpe
d Schlammbeet

Abb. 21
OMS-Brunnen, 8 m Dmr.

Das „OMS"-Verfahren wird für städtische Kläranlagen und für Frischwasser-Hauskläranlagen angewendet. Eine Hausklärgrube nach diesem Verfahren, Abb. 19 und 20, wird als Betonringschacht ausgeführt mit ringförmigem, am Umfang liegendem Absitzraum. Abb. 21 zeigt ... Schnitt durch die nach diesem Verfahren erbaute ... der Stadt Mayen/Eifel. [M...

Wiesbaden Dir. Otto M...

Kleine Mitteilungen

100 at-Dampfturbine für 6 at Gegendruck

In Verbindung mit dem Erfolg des Atmos-Dampferzeugers[1]) hat die Aktiebolaget de Lavals Angturbin, Stockholm, eine Bauart von Höchstdruck-Dampfturbinen entwickelt, die sie bereits in zwei Ausführungen geliefert hat. Die Maschinengruppe, die aus einer Dampfturbine und einem mit 15 000/3000 Uml./min übersetzten Drehstromerzeuger für 480 kW bei 525 V besteht, verbraucht bei 100 at Anfangsdruck, 400 ° Anfangstemperatur und 6 at Gegendruck 12 bis 13 kg/kWh. Die Turbine hat nur zwei fliegend angeordnete Laufräder von 293 und 295 mm wirksamem Durchmesser mit einfacher Schaufelung; diese sind mit der Welle und dem Antriebsritzel des Zahnrädergetriebes aus einem Stück geschmiedet und laufen in zwei durch Labyrinth-Dichtung getrennten Kammern. Die Wand zwischen diesen Kammern ist ein Schmiedestück aus Stahl, in das der Düsenring der zweiten Druckstufe eingelassen ist. Der Dampfzutritt wird durch Düsenventile gesteuert, die vom Regler hydraulisch betätigt werden. Die einzige Wellenstopfbüchse befindet sich am Austritt aus der zweiten Kammer, wo der Druck nur noch 6 at beträgt. Die Welle wird mittels eines Michell-Drucklagers in der vorgeschriebenen Lage erhalten. („Engineering" 5. August 1927 S. 164/65*) [N 735 a] H.

[1]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 169.

Höchstdruckkessel zur Erzeugung von Heizdampf

In der Kraftanlage der Preßholzfabrik Mason Fibre Co., Laurel, befindet sich seit einiger Zeit ein Kessel im Betrieb, der nächst den Höchstdruckkesseln des Edgar- und des Lakeside-Kraftwerkes den höchsten Dampfdruck in den Vereinigten Staaten aufweist, nämlich rd. 70 at. Im Gegensatz zu den beiden erwähnten Kesselanlagen dient dieser aber nicht zur Dampferzeugung für Kraftmaschinen, sondern für Kochzwecke. Die Abfallspäne aus Sägefabriken werden zunächst 10 bis 15 s unter einem Druck von rd. 14 at gekocht, dann für ganz kurze Zeit, 3 bis 5 s, dem vollen Druck von 70 at ausgesetzt. Durch plötzliche völlige Entspannung bildet sich ein Holzbrei, der dann durch nochmalige Drucksteigerung zu Preßholztafeln verarbeitet wird. Der Kessel, Bauart Babcock & Wilcox, hat etwa 370 m² wasserberührte Heizfläche und eine nahtlose Trommel (1,22 m Dmr., 116 mm Blechdicke, ferner Wasserrohre von 51 mm Dmr. und 9,5 mm Wanddicke. („Power" 26. Juli 1927 S. 141) [N 735 g] Pt.

Neue Bauart der Doxfordmotoren

In das Fahrgastmotorschiff „Bermuda" werden zwei Doxfordmotoren je 2800 PS_e besonderer Art eingebaut. Bis jetzt betrug das Verhältnis des Gesamthubes beider Kolben zum Durchmesser 4 : 1, bei diesen Motoren ist es auf 3 : 1 vermindert worden. Dabei haben die oberen Kolben 760 mm, die unteren 1040 mm Hub bei 600 mm Zyl.-Dmr. Hierdurch soll der Massenausgleich verbessert worden sein; außerdem haben die Maschinen geringere Höhe. Außer der Spülluftpumpe sind keine Hilfsmas... angehängt. Auf dem Prüfstand betrug der Brennst... brauch 174,5 g/PS_eh bei 2800 bis 2900 PS_e Nennl... und 110 bis 112 Uml./min; dabei betrug der mittlere ... 6,3 at, der Wirkungsgrad 90 vH und die Abgastemp... 232 °C. Bei Überlast von 3400 bis 3500 PS_e und 1... 120 Uml./min hat man 179 g/PS_eh und 315 bis 343 ... messen. Der Brennstoff wird mit 420 bis 560 at ... spritzt. („The Motorship", London, August 1927 S... [N 735 b]

Brückenzolleinnahmen bei der Dela... brücke

In Ergänzung meines Berichtes über die Delaware... in Philadelphia[1]) in Z. Bd. 70 (1926) S. 1401, Bd. 71 ... S. 145, 422 und 857 seien folgende Mitteilungen de... schrift „Engineering News-Record" vom 21. Juli ... gegeben.

Für die die Brücke befahrenden Fahrzeuge wur... den ersten zwölf Monaten nach Eröffnung der Brü... 1. Juli vorigen Jahres an Brückenzoll 2,1 Mill. $... 6 vH der Baukosten entrichtet; das ergibt 5 vH ... winn nach Abzug der Unkosten aus Unterhaltun... Betrieb. Trotz des sehr geringen Brückenzolles v... 25 c für ein Fahrzeug übertrifft diese Summ... mehr als ein Drittel die geschätzten Einnahmen, so ... der Abschreibung bereits in diesem Jahr begonnen ... kann. Diese Zahlen beweisen, wie gut sich nach ... kurzer Zeit ein solches Riesenbauwerk an günstig ge... Stelle bewähren kann, trotz der selbst für nordamerik... Verhältnisse gewaltigen Bau- und Grunderwerbskost... insgesamt 36 Mill. $, und wie bald durch richtig... erhebung, nach völliger Tilgung die Brücke dem frei... kehr dann übergeben werden kann.

Sollte dies nicht für deutsche Verhältnisse auch ... wissen Fällen zutreffen?

[N 735 d] Dr.-Ing. R. Bern...

[1]) Der Bericht erscheint als Sonderdruck

Der elektrische Betrieb auf der fr... zösischen Südbahn

Gegenwärtig sind von dem Netz der französisch... bahngesellschaft 768 km im elektrischen Betrieb, ... 552 km doppelgleisig. Eine Strecke von 101 km ist ... bau begriffen, für weitere 714 km ist die Umstell... schlossen. Die Energie wird ausschließlich von ... kraftanlagen erzeugt, und zwar als Drehstrom von ... bei 50 Per./s. Ein Teil davon wird unmittelbar ... formeranlagen in Gleichstrom von 1500 V umge... mit dem im allgemeinen die Fahrmotoren gespeist ... Für weitere Entfernungen wird die Spannung von... auf 150 000 V erhöht, um sodann wieder auf 60 0... niedrigt zu werden. Bisher sind vier Wasserkraft... im Betrieb, eine weitere im Bau und sechs andre ... („Le Génie Civil" 30. Juli 1927 S. 105*)
[N 735 f]

roße Kanal- und Elektrizitätspläne in Belgien

Zu Anfang dieses Jahres wurde in Belgien eine Kom-on gebildet, die über die Erweiterungsmöglichkeiten Kanalnetzes, die Neugestaltung der Elektrizitätsversor- und den Schutz des Maastales gegen die jährlichen wasser berichten sollte. Dieser Bericht liegt nunmehr Es wird empfohlen: Bau eines Kanals Lüttich-Ant-en; Bau von Dämmen in den Ardennen für die Wasser-orgung dieses Kanals und zur Bewässerung gewisser der Campine; Vertiefung und Geradelegung der Maas, von drei oder vier Dämmen und Schleusen zwischen Huy und Visé; Bau von drei Wasserkraft-Elektrizitätswerken in den Ardennen und an den Maasdämmen; Errichtung eines Hauptnetzes der Elektrizitätsversorgung, das alle großen Krafterzeugungs- und -verbrauchstellen verbinden soll; Ausnutzung von Abwärme und Abgasen zur Erzeugung elektrischen Stromes; Bau von Unterwerken, die das elektrische Leitungsnetz beliefern und ungünstig arbeitende kleine Werke überflüssig machen sollen; Sonderbauten an der Maas, um die jährlichen großen Schäden des Hochwassers abzuwenden. Die Kosten dieser Bauten werden auf rd. 235 Mill. ℳ geschätzt. („The Engineer" 5. August 1927 S. 158) [N 735 e] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

er-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. 2. Bd. hre von der strahlenden Energie. 1. Hälfte. Bearb. n O. Lummer. Braunschweig 1926, Friedrich Vieg & Sohn. 928 S. m. 624 Abb. Preis 54 ℳ.

Als im Jahre 1842 der Lehrer der Physik und Mathek an der Realschule zu Gießen Dr. Joh. Müller das buch der Physik und Meteorologie von Pouillet, die deutschen Verhältnisse frei bearbeitet, herausgab, e der bescheidene Mann gewiß nicht, daß er damit der schen Wissenschaft ein Werk geschenkt hatte, das die zehnte überdauern und sich zu einem führenden Hand-e der Physik auswachsen würde; schätzte er doch sein k nicht als eine der physikalischen Wissenschaft und chung selbst gewidmete Leistung, als vielmehr einen n größeren Publikum, etwa den Chemikern, Medizi-, Kameralisten und Technikern (!) geleisteten Dienst. t ohne Rührung kann man heute jenes Buch und das zum zweiten Bande geschriebene) Vorwort lesen. er nennt sein Buch: „Pouillets Lehrbuch", während och nur sehr wenige und kurze Abschnitte übersetzt, ibrigen aber das französische Buch nur zum Vorbild seine eigene Arbeit genommen hatte. Immer zeigt er ängstlich besorgt, dem französischen Gelehrten ja ge-Ehre angedeihen zu lassen, so z. B. indem er erklärt, „Pouillet gewissermaßen ebenfalls die Ehre der Entung des Ohmschen Gesetzes zukomme". Das sagt der sche Verfasser, der doch an andern Stellen sich ge-t sieht, seine Verwunderung darüber auszudrücken, gewisse deutsche Arbeiten, so vor allem die Gaußischen iten über Magnetismus, von Pouillet mit keiner Silbe hnt (!) seien. Das ist deutsche wissenschaftliche Ob-vität.

Auf diese — ängstlich übertriebene — Objektivität muß es, wenigstens zum großen Teil, zurückführen, daß Buch (während doch schon in den noch von Müller t besorgten späteren Auflagen allmählich die Spuren zösischer Abkunft vollständig verwischt wurden) heute den Namen Pouillets im Titel trägt. Das mutet be-ers in dem vorliegenden Teile seltsam an, der das Ge-behandelt, auf dem gerade die deutsche Wissenschaft roße Triumphe gefeiert hat.

Das vorliegende Buch ist ein Dokument deutscher enschaft. Seine neue Gestalt erhielt es, als Lummer er zehnten Auflage die Aufgabe übernahm, die Lehre der strahlenden Energie einheitlich zu behandeln. Die egende elfte Auflage, die bei Lummers Tode so weit dert war, daß sie (von A. Eucken und E. Waetz-n) „als ein unverfälschtes Vermächtnis Lummerschen es" herausgegeben werden konnte, zeigt im wesent-n noch dasselbe Gesicht. Freilich ist inhaltlich vieles dert. Schon die Zuziehung mehrerer ausgezeichneter arter zur Bearbeitung des Bandes läßt darauf schließen, iber auch ein Zeichen für die schnelle Entwicklung s Zweiges der physikalischen Wissenschaft; selbst ein eit reichender Geist wie der Lummers fühlte sich nicht berufen, das Gebiet, das er im Jahre 1908 allein be-igt hatte, sieben Jahre später noch einmal allein zu beiten.

Von der Neubearbeitung waren für mich die ersten n Kapitel am beachtenswertesten, in denen in aus-chneter Weise das Wesen des Lichtes, der Wandel des iffs Äther im Laufe der Zeiten und die Lichtgeschwin-eit behandelt werden; dann ganz besonders das elfte tel über das Auge und die Gesichtsempfindungen. Der ng dieses Kapitels ist gegen die vorige Auflage auf das Doppelte (auf 170 S.) vergrößert. Es ist bezeich-, daß der Physiker heute so viel von der physiolo-en Optik in sein Gebiet herüberzunehmen für nötig und demgegenüber um so verwunderlicher, daß der Lichttechniker im allgemeinen noch so wenig Neigung zeigt, sein Gebiet gründlich physiologisch zu untermauern. Ich bin der Ansicht, daß der Lichttechniker nichts Besseres tun könnte, als dieses elfte Kapitel genau durchzuarbeiten. Freilich braucht er hernach noch mehr und manches anders. Das liegt in der Natur der Sache: während Physiker und Physiologe sich im allgemeinen damit begnügen können, Tatsachen zu erforschen, muß der Lichtingenieur immer fragen, wie er die gewonnene Erkenntnis zu nützlichem Schaffen verwenden kann. Dadurch verschiebt sich für ihn oft schon die Forschungsrichtung und sehr stark die Bewertung der Forschungsergebnisse. Dieser Unterschied ist mir in dem vorliegenden Buche besonders deutlich geworden in der verhältnismäßig geringen Beachtung, die der Blendung gewidmet, und in der Art, wie die Photometrie behandelt wird, nicht nämlich in einem besonderen Kapitel, sondern eingestreut in die verschiedenen Abschnitte. Daß das auch gewisse Vorzüge hat, soll nicht bestritten werden.

Immer, wenn ich in dem Buche — sei es in den soeben besonders hervorgehobenen, sei es in den andern, dem neuesten Stande der Wissenschaft angepaßten Kapiteln — las, habe ich größte Freude und Befriedigung gehabt; und wärmste Dankbarkeit erfüllt mich gegen den nun verstorbenen Herausgeber, den großen Forscher und Lehrer, dem die Lichttechnik soviel verdankt. [E 601]

Karlsruhe . J. Teichmüller

Schnitte und Stanzen. Von Ernst Göhre. Leipzig 1927, Otto Spamer. 192 S. m. 183 Abb. Preis 16 ℳ.

Der Verfasser behandelt in dem ersten Band seines „Schnitte und Stanzen" betitelten neuen Werkes nur die Schnitte und bringt hiervon eine große Anzahl gut ausgewählter und zum größten Teil deutlich dargestellter Beispiele, die auch für den erfahrenen Praktiker wertvoll sind.

Der erste Abschnitt behandelt die Begriffe des Schneidens und Lochens sowie die Eigenschaften der Werkstoffe. Bei den Ausführungen des Verfassers über die Ausbildung der Schnittkante, wo er die scharf unterfeilte Schnittkante für die allein richtige hält, kann man geteilter Meinung sein. Es haben z. B. alle guten Gesamtschnitte zylindrische Durchbrüche und werden bei großer und gleichbleibender Genauigkeit der Teile sehr gut ausgenutzt.

Im zweiten Abschnitt werden dann die einzelnen Arten der Schnitte ausführlich behandelt, anfangend beim Freischnitt und endigend beim verwickelten Gesamtschnitt. Bei dem Absatz über die Verminderung des Schnittdruckes müßte noch ergänzt werden, daß auch die Schnittplatte mit einem schrägen oder dachförmigen Anschliff versehen werden kann.

Im letzten Abschnitt sind Anleitungen zur Wahl der geeigneten Schnittwerkzeuge gegeben und die Ursachen der am häufigsten auftretenden Betriebstörungen besprochen. Man erkennt, daß der Verfasser sein Fachgebiet beherrscht. Bei den Beispielen für die Auswahl der Werkzeuge fallen als störend und unübersichtlich die viel zu langen, umständlichen Zeichen und Symbole auf, für die am Anfang des zweiten Abschnittes eine Übersicht gebracht wird. Eine Kennzeichnung der Werkzeuge nach sieben verschiedenen Gesichtspunkten geht zu sehr ins einzelne.

Bedauerlich ist es, daß der Verfasser gerade hier eigene Wege gegangen ist, obwohl ihm die Arbeiten des Ausschusses für Stanzereitechnik beim AWF, der schon vor 1½ Jahren Kennzeichen und Kurzzeichen für die Stanzereiwerkzeuge veröffentlicht hat, bekannt sein mußten. Da er diese Arbeiten und die Vorteile ihrer Anwendung erwähnt, lag es eigentlich nahe, die Kennzeichnung ganz auf den Arbeiten des AWF aufzubauen und die festgelegten Zeichen unverändert zu übernehmen. Es ist schade, daß hier eine Gelegenheit zur Vereinheitlichung nicht ausgenutzt worden ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß diese Neuerscheinung zu den besseren und brauchbaren Werken gehört und daß sie als Lehrbuch für Anfänger und auch für Fortgeschrittene wertvoll ist. [E 331]

Berlin Obering. Kaczmarek

Betriebswissenschaftliche Bücher, 1. Bd.: **Wirtschaftsfragen der Massenfertigung.** Von K. H. Schmidt. Berlin 1927, Georg Stilke. 91 S. m. 2 Abb. Preis 2.50 ℳ.
2. Bd.: **Fließende Fertigung.** Von H. L. Mittelstaedt. Berlin 1927, Georg Stilke. 100 S. m. 20 Abb. Preis 3 ℳ.
3. Bd.: **Zeitstudien.** Von Hans Freund. Berlin 1927, Georg Stilke. 71 S. m. 2 Abb. Preis 2,50 ℳ.

Bd. 1 und Bd. 2 behandeln zwei eng miteinander verbundene Fragen, die im Schrifttum bereits sehr häufig erörtert worden sind. Es kommt hierbei jedoch nicht auf die Aufgabestellung an, sondern auf die praktische Durchführung, also auf die Art, auf einfachstem Wege mit geringsten Mitteln das Ziel zu erweitern. Dazu ist erforderlich, die Wirtschaftlichkeit rechnerisch zu erfassen; das wird gebraucht! — Beispiele und zahlenmäßige Angaben müssen gegeben werden, darin liegt der Wert solcher Bücher. Leider ist in den beiden vorliegenden Bänden das erwähnte Ziel nicht erreicht.

Freund behandelt ein Gebiet, das durch die Arbeiten des Reichsausschusses für Arbeitzeitermittlung (REFA) eine besondere Förderung erfährt. Das Grundsätzliche der Zeitstudie und ihrer Auswertung ist gut hervorgehoben. Eine Kürzung des ersten Teiles wäre anzuraten, dafür ist der zweite Teil mehr durch Beispiele zu ergänzen, damit die praktische Auswertung der Zeitstudie erkannt wird. Nicht das Wissenschaftliche, sondern die praktischen Beispiele sind die Rüstzeuge für den Werkstattmann.

[E 640] W. Wiedemann

Handbook of the Society of Automotive Engineers. March 1927, Revised and reprinted semi-annually. New York City, 29 West 39 th Street. Mit zahlr. Abb. Preis 5 $.

Das Handbuch, das alljährlich zweimal erscheint, ist die Zusammenstellung von etwa 600 Normen und Normvorschlägen, die seit dem Jahre 1910 in den Ausschüssen der Society of Automotive Engineers bearbeitet wurden und weit über den Kreis dieser Vereinigung hinaus praktisch Anwendung gefunden haben.

Die Vorschriften gliedern sich nach den Hauptteilen des Kraftwagens von der Maschinenanlage bis zum Rahmen und den Federn. Ihr vielleicht bemerkenswertester Teil sind die Vorschriften über Stähle und Nichteisenmetalle für den Kraftwagenbau, die auch genaue Vorschriften über Warmbehandlung einschließen.

Neben eigentlichen Normen enthält das Buch auch allgemeine Regeln, z. B. für die einheitliche Benennung von Kraftwagenteilen, für die Durchführung von Untersuchungen an Kraftwagen usw., die auch bei uns Beachtung verdienen. Auch der Anzeigenteil beschränkt sich auf Firmen, die genormte Teile oder Werkstoffe liefern.

[E 620] H.

Handwörterbuch des Kaufmanns. Lexikon für Handel Industrie. Herausgeg. von Karl Bott. Hamburg Hanseatische Verlagsanstalt. 1. Bd. A—D 946 S. 2 E—H. 1086 S. Preis je Bd. 30 ℳ.

Das Handwörterbuch des Kaufmanns ist in erster für die in der deutschen Wirtschaft tätigen Kaufleute Techniker bestimmt. Es umfaßt u. a.: Volks- und Betr wirtschaftslehre, Handels- und Wirtschaftspolitik, Fi und Verkehrswesen, Privatversicherung, Biographien scher Wirtschaftsführer, Interessenverbände, Kartell- Konzernwesen, Bank- und Börsenwesen, Geld- und Zahl verkehr, die Organisation des Handels, Handelsbräuche Handelsklauseln, Gründung, Führung und Finanzierung Unternehmung, Selbstkostenrechnung, Lohnwesen, Betr kontrolle, Betriebstatistik, Kundenwerbung, kaufmänn Arithmetik, Handelsrecht, Wechsel- und Scheckrecht, kursrecht, Arbeitsrecht, Sozialpolitik, Sozialversicher kaufmännisches und gewerbliches Bildungswesen, schaftsgeographie unter besonderer Berücksichtigung Industrie-, Handels-, Hafen- und Umschlagplätze, W kunde unter besonderer Betonung der Handelssorten Handelsbräuche.

Mit berücksichtigt wurden, wenn auch in für ein Kaufmannslexikon erforderlichen Beschränk Land- und Forstwirtschaft, Technik, Chemie, chemi und mechanische Technologie, Zeitungswesen, die schen Behörden, Auslandsinstitute, Gesandtschafts- Konsulatwesen. Außerdem wurden wichtige Angaben die ausländische Wirtschaft, ausländische Großunterneh gen, ausländische Interessenvertretungen und Behörden macht.

Wir haben es mit einem Werk zu tun, das — einigen Stichproben zu urteilen — sicherlich großen klang in den beteiligten Kreisen finden wird und ihn verdient. [E 619] I

Vorrichtungen im Maschinenbau. Von Otto Lich. 2. Berlin 1927, Julius Springer. 500 S. m. 656 Abb. 26 ℳ.

Fließende Fertigung. Von Hermann Schaefer. Lei 1927, Max Jänecke. 121 S. m. 42 Abb. Preis 3,90 ℳ

Siliziumstahl als Baustahl und Stahlformguß. Vor von Kerpely. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Kn 41 S. m. 47 Abb. Preis 3,90 ℳ.

Die Konstruktion von Hochbauten. Von Otto Frick Karl Knöll. 5. Aufl. Leipzig und Berlin 1927 G. Teubner. 200 S. m. 584 Abb. Preis 9,60 ℳ.

Bridge architecture. Twohundred illustrations of notable bridges of the world, ancient and modern descriptive, historical and legendary text. Von Wi J. Watson. New York, William Helburn Inc. 28 m. Abb. Preis 17,50 $.

Handbuch der Kokerei. Herausgeg. von Wilhelm Glu Verf. von G. Schneider und H. Winter. 1. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 302 S. m. 155 Preis 29 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 71 SONNABEND, 27. AUGUST 1927 NR. 35

Die Gestaltung der Brücken

Ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst

Von Dr.-Ing. K. Schaechterle, Stuttgart

Vorgetragen in der Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen anläßlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927

Hierzu Textblatt 7 bis 10

Die technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die für den Entwurf und die Bauausführung von Brückenbauwerken maßgebend sind — Grundsätze für die künstlerische Gestaltung — An charakteristischen Beispielen aus alter und neuer Zeit wird die Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst und unsere gegenwärtige Einstellung zu der Aufgabe der Brückengestaltung gekennzeichnet.

Hängebrücke über den Rhein in Köln

Der Wettbewerb über die neue Rheinbrücke bei Köln-Mülheim hat über die Grenzen Deutschlands und über die engere Fachwelt hinaus Beachtung gefun- Daß neben der Köln-Mülheimer Bürgerschaft auch t unmittelbar beteiligte Kreise an der Lösung der Bau- abe Anteil nehmen, liegt daran, daß dieser Wettbewerb t nur Gradmesser deutscher Ingenieurarbeit, sondern Spiegel unsrer Baugesinnung ist.

echnische und wirtschaftliche Gesichtspunkte für Entwurf und Bau

Die Ingenieurbauwerke sind äußere Erscheinungs- en des Verkehrs- und Wirtschaftslebens. Für ihre ellung sind in erster Linie wirtschaftliche Bedürfnisse Gesichtspunkte maßgebend. Man erwartet vom In- eur, daß er die aus dem Verwendungszweck sich er- nden Forderungen unter Ausnutzung aller bautech- hen Möglichkeiten möglichst restlos erfüllt. Die Fort- itte auf allen Gebieten der Wissenschaft und Technik ten hinaus über die Fragen der technischen Einzelheit, Baustoffes, der Konstruktion und Berechnung und Aus- ung zur wirtschaftlichen Erfassung der Bauaufgaben. Entscheidung über eine neue Verkehrs- oder Industrieanlage im ganzen wird in der Regel auf Grund eines Nachweises der Bauwürdigkeit getroffen. Von den verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten gleicher betriebstechnischer Eignung wird der Wirtschaftler im allgemeinen derjenigen Lösung den Vorzug geben, bei der die auf eine bestimmte Zeitspanne bezogenen Betriebskosten einschließlich der Verzinsung und Abschreibung der Baukosten, der Sicherungs- und Unterhaltungskosten einen Kleinstwert ausmachen. Das Ingenieurbauwerk als technische Einzelheit im Rahmen der Gesamtaufgabe soll dem vorgeschriebenen Zweck unter Einrechnung der Betriebs- und Unterhaltungskosten sowie der Lebensdauer mit einem Mindestaufwand an Kosten genügen. Umstellungs-, Erweiterungs- und Änderungsmöglichkeiten sind zu berücksichtigen. Über das Theoretische dieser Forderungen ist man sich klar, in der Praxis des Bauens geht es ohne Zugeständnisse nicht ab.

Mit der Erfüllung der betrieblichen und wirtschaftlichen Forderungen wird sich die Allgemeinheit nicht in jedem Fall abfinden. Die Zweckgestaltung mag wohl ausreichen bei Erdbauten und sonstigen untergeordneten Ingenieurbauwerken, nicht aber bei Kunstbauten, wie Brücken, Hallen, Speichern, Wassertürmen, Funktürmen,

Bahnhöfen, Staumauern, Kraftwerken und Industriebauten aller Art, die in der Landschaft oder im Stadtbild auffällig in die Erscheinung treten. Ingenieurbauwerke sollen auch „schön" sein[1]). Wir wissen wohl, daß zweckmäßig noch nicht schön zu sein braucht, daß dagegen zweckvoll als schön empfunden werden kann. Ich will mich daher bestimmter ausdrücken: Diese Ingenieurbauwerke sollen „künstlerisch" gestaltet werden.

Die künstlerische Gestaltung

von Ingenieurbauwerken braucht nicht in Widerspruch zu geraten mit den betriebstechnischen und wirtschaftlichen Forderungen. Man kann wohl schmückende Zutaten, die verteuernd wirken und in keiner Beziehung zur Zweckbestimmung stehen, ablehnen und doch dem Grundsatz, mit einem Mindestaufwand an Mitteln Höchstleistungen in zweckvoller, stofflicher, konstruktiver, statischer und künstlerischer Hinsicht zu erreichen, zustimmen.

Die künstlerische Wirkung von Ingenieurbauten kann nicht erreicht werden durch architektonischen Aufputz oder äußere Verzierung. Die Ingenieurbauten verlangen eine andre Einstellung, als sie unsre alten Lehrbücher über architektonisch formales Schaffen bieten. Das soll aber nicht heißen, daß alles Bisherige, Überkommene im Sinne der revolutionären Bewegungen unsrer gärenden Zeit verdammt und verworfen werden soll. Die Gegenwart fußt auf der Vergangenheit, und das Zukünftige wird sich auf das Gegenwärtige stützen. Erst der Einblick in den geschichtlichen Werdegang und die großen Linien der Entwicklung befähigt uns, das Neue voll zu erfassen und in lebendige Beziehung zum Überlieferten zu bringen. Das Bauen im Geiste unsrer Zeit schließt Lebendigerhaltung und Fortführung gesunder Überlieferung nicht aus. Aber falsch wäre es, neue Erscheinungen in alte Formen zu kleiden.

Dadurch, daß der Ingenieur von der Zweckbestimmung ausgehend unter Ausschöpfung aller Hilfsmittel der fortgeschrittenen Wissenschaft und Technik gestaltet, entstehen neue Formen, die von der Überlieferung abweichen, neu und ungewohnt sind und von Laien oft nicht verstanden werden. Neue Formen werden sich durchsetzen, wenn sie organisch und logisch aus den gegebenen Bedingungen erwachsen. Die Allgemeinheit wird sich mit ihnen abfinden, ja sie als Bereicherung der Formensprache begrüßen. Das Suchen nach einer neuen Form um jeden Preis lehnt der Ingenieur ebenso ab wie die Anwendung erdachter oder historischer Stilformen.

Der Ingenieur ist in seinen Schöpfungen an die Naturgesetze gebunden. Er kann immer größere Weiten freitragend überspannen, die Bau- und Werkstoffe immer mehr veredeln, die Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften der Bau- und Werkstoffe immer weiter treiben, immer mehr an Masse sparen; aber je kühner der Ingenieur gestaltet, um so gewissenhafter muß er wägen und prüfen, um so genauer rechnen und messen, die vorhandenen Erkenntnisse und Erfahrungen nutzen und werten.

Grundsätze für die künstlerische Gestaltung

Die Brücke ist zu allen Zeiten als Kunstwerk empfunden worden. Im 19. Jahrhundert wurden jedoch die künstlerischen Gesichtspunkte durch die stürmische technische Entwicklung zurückgedrängt. Man sah im Brückenbau mehr und mehr eine ingenieurtechnische Aufgabe. Mit der zunehmenden Beherrschung der Hilfsmittel von Wissenschaft und Technik traten wirtschaftliche Erwägungen in den Vordergrund. Erst in jüngster Zeit hat sich wieder die Anschauung von der künstlerischen Bedeutung der Brücke durchgesetzt. Wegen ihrer beherrschenden Stellung im Landschafts- und Stadtbild gehören die Brücken zu den augenfälligsten Schöpfungen der Baukunst.

Bestimmend für die künstlerische Gestaltung sind Zweck und Örtlichkeit, Baustoff und Konstruktion.

Zweck und Eigenart

sollen voll und klar zum Ausdruck gebracht werden. Alles Unnötige, Gesuchte, Gekünstelte, Verwickelte, den Zweck Verhüllende, Verschleiernde und Verwirrende ist abzulehnen.

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 1113.

Die Brücken dienen dem Verkehr durch Überwi
von natürlichen oder künstlichen Hindernissen.
Durchführung und Betonung der F
bahn ist das gegebene Hauptmotiv für
Brückengestaltung. Die Fahrbahnlinie darf
keine Zutaten übertönt oder verwischt werden. Das
werk muß sich der Fahrbahn unterordnen. Bei den
brücken bildet die Fahrbahn den oberen Abschlu
Brücke. Bei den Eisenbetonbrücken ermöglichen
ausladende, durch Konsole gestützte Brüstungen ein
sparnis an Baukosten und lassen die Fahrbahn de
hervortreten. Bei den eisernen Brücken ist die fr
stützte oder die frei aufgehängte Fahrbahn jeder a
Anordnung überlegen. Eine verdeckte Lage der Fah
ist immer unbefriedigend. Die mittlere Lage durchsch
das Haupttragwerk und beeinträchtigt die Gesamtwir
Die Konstruktion soll den Verkehr möglichst wenig
dern oder einschränken. Statt die Brückenbahn übe
Widerlagern und Pfeilern durch Steinbauten einzue
sind Verbreiterungen für die flüssige Ein- und Ausl
des Verkehrs und Ausweichstellen erwünscht. Da di
samtanordnung der tragenden und stützenden Teile
von der Fahrbahn aus, sondern nur von einem Stand
außerhalb des Bauwerks übersehen werden kann, sin
Schauseiten für den Gesamteindruck ausschlaggeben

Das Ingenieurbauwerk soll in di
Umgebung eingeordnet werden

Bauwerk und Umgebung müssen sich vertragen.
Natur wirkt am stärksten, wo sie von Menschenhan
berührt geblieben ist. Die Bauten des Ingenieurs i
freien Natur, seien es Straßen, Eisenbahnen, Kanäle,
tungen, bedeuten immer einen mehr oder weniger s
den Eingriff. Die Kunstbauten des Ingenieurs, sei
Brücken, Tunnel, Staumauern, Kraftwerke, Fab
Bahnhöfe, treten viel mehr in der Umgebung hervo
andre Zweckbauten des Menschen. Sie sollen desha
enge Beziehung zu dieser gebracht werden, nicht
fremd und störend in der Umgebung stehen, sondern
unauffällig, anspruchslos und harmonisch unter Wal
und Erhaltung des Landschafts- oder charaktervollen
bildes einfügen. Die Empfindung von schön und hä
harmonisch und störend ist nirgends so geschärft w
freien Blick auf die Landschaft. Die Natur ist die
Erzieherin, um das Auge für das Schöne und Harmo
empfindlich zu halten. Ein gewisses Maß von Schön
empfinden ist jedermann angeboren. Zur künstleri
Gestaltung gehört jedoch tieferes Verständnis für ästhe
Werte, Geschmacksbildung, die nur durch Studium un
schäftigung mit ästhetischen Fragen erworben werden
Nur wer die Örtlichkeit, das Landschafts- oder Stadtb
Linien, Formen und Farben in sich aufgenommen
Augenmaß und Vorstellungsgabe besitzt, um das neue
werk in die Umgebung hineinzudenken, wird der Au
der künstlerischen Einpassung gerecht werden.

Die Eigenart des Baustoffes
soll in der Erscheinung zum Ausdr
kommen. Er gibt dem Bauwerk das besondere Ge
Dieses ist um so stärker, gesünder und freier, je z
voller man den Baustoff verwendet. Wir werten die Bau
nach Güte, Beständigkeit und Gestaltungsfähigkeit, W
standfähigkeit gegen die verschiedenen Beanspruch
und äußeren Einflüsse. Die zweckvolle Verwendung
genaue Kenntnis der Eigenschaften des Baustoffes un
technischen Bearbeitungs- und Behandlungsverf
voran.

Für die Ingenieurbauten kommen in erster Lini
Festigkeitseigenschaften der Baustoffe in Betracht
höher die Festigkeit des Baustoffs, um so kleiner der
stoffaufwand, um so schwächer die Querschnitte, u
aufgelöster die Konstruktion, um so feiner und reiche
Gliederung. An die Stelle der geschlossenen Mass
Steinbauten tritt bei Holz, Eisen und Eisenbeto
weitgehend aufgelöste Traggerippe. Bei Bauten
Quader-, Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk tritt die
stellungsweise durch die Fugenteilung hervor. Die L
fugen der Mauern, die Stoßfugen der Gewölbe u
streichen die Tragwirkung durch Ausnutzung der D

tkeit des Steins. Steingröße, Mauerverband, Stirn-
n- und Fugenbehandlung sind für das Aussehen von
tung. Die natürliche Tönung des Steins wirkt be-
el.

en Steinbauten stehen die Betonbauten nahe.
bei ihnen handelt es sich um die Ausnutzung der
festigkeit des Baustoffs. Aus der Herstellung des
s durch Einstampfen, Schütten oder Gießen der wei-
Betonmasse in Schalungen und Formen ergeben sich
legende Unterschiede der äußeren Erscheinung. Das
n von Lager- und Stoßfugen bedingt den gleichartigen,
ithischen Charakter der Betonbauten. Der unbearbei-
eton wirkt kalt, stumpf und eintönig. Man findet
b häufig eine Verkleidung der Sichtflächen durch
tzgemäuer oder Putz. Dem Baustoff mehr ent-
end ist die Anwendung eines dichten Vorsatzbetons,
it der übrigen Masse gleichzeitig in die Schalung
racht wird und sich vollkommen mit ihr zu einem
tlichen Körper verbindet. Durch geeignete Auswahl
uschlagstoffe des Vorsatzbetons nach Korngröße und
und durch Wechsel der steinmetzmäßigen Bearbei-
lassen sich Kontraste erzielen und die Sichtflächen,
gezeigt, reicher beleben. Durch die Bewehrung des
s mit Eisen und die damit erreichte hohe Wider-
ähigkeit der Verbundkörper gegen Biegung wurde die
ndung des Betonbaues außerordentlich erweitert.

ie Technik des Eisenbetonbaues ist grundver-
en von der des Steinbaues. Gegenüber den massigen
vuchtigen Stein- und Betonbauwerken wirken die
beton-Tragwerke straff und gedrungen. Die Formen
isenbetons bieten nur geringe Möglichkeiten der Ver-
ng und der Sichtflächenbehandlung. Die Sichtfläche
n Bedeutung gegenüber der Form des Traggerippes
k.

eim Eisenbau liegt die Schwierigkeit der künstle-
n Gestaltung im Werkstoff selbst begründet. Seine
re tritt gegenüber der Festigkeit ganz zurück. Das
ltnis läßt sich gefühlsmäßig nicht mehr erfassen.
ufgelösten eisernen Tragwerken fehlt Körper und
e. Eisenkonstruktionen haben etwas Dünnes, Skelett-
s, Fleischloses an sich. Dazu kommt der eintönige
chutz gegen Rost notwendige Anstrich. Der in der
art des Baustoffes begründete Mangel an Flächen-
ng und die Farbhärte können jedoch nicht für das
öne Aussehen vieler eiserner Bauwerke verantwort-
emacht werden. Im Gegenteil darf gesagt werden,
n Eisen noch lange nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten
erischer Gestaltung liegen.

egenüber dem Stein- und dem Eisenbau tritt das Holz
ückenbau zurück. Und doch ist das Holz der bild-
e und gestaltungsfähigste Baustoff. Das zeigt sich
Vielseitigkeit der Verwendung vom rohen Gerüste
um feinsten Möbel. Holzkonstruktionen sind für
bauwerke gegen Witterungseinflüsse und wechselnde
tigkeit durch Bedachung und Verschalung zu sichern.
m Baustoff eigene Werkform kommt äußerlich selten
eltung. Wo Bauteile nicht verrußen oder ver-
tzen, nimmt sachgemäß behandeltes Holz nach kurzer
ne durch keinen Farbanstrich zu übertreffende, durch
aserung belebte Naturfärbung an.

Die Konstruktion

atisch klar und technisch einwandfrei in allen Teilen
hst gleich widerstandfähig sein. Die konstruktiven
chkeiten sind für jeden Bau- und Werkstoff verschie-
Die Hauptaufgabe der Konstruktion besteht darin, die
n und sonstigen angreifenden Kräfte zuverlässig und
m einfachsten und natürlichsten Weg auf den Bau-
zu übertragen. Die Konstruktion besteht aus vor-
d tragenden und vorwiegend stützenden Konstruk-
liedern. Durch Zusammensetzung, Verbindung und
g der tragenden und stützenden Teile entsteht das
erippe.

ie Schwierigkeit bei neuzeitlichen Ingenieurbauwer-
esteht darin, die statische Wirkung dem Verständnis
aien näher zu bringen, der nicht nachrechnet, son-
achempfindet. Ist die statische Wirkungsweise nicht
rsichtlich oder gar verschleiert, so kann kein befrie-
der Eindruck aufkommen. Bei den einfachsten

Abb. 3
Talbrücke der Nebenbahn Schorndorf – Welzheim

Trägerformen des Balkens und Pfostens ist die Aufgabe des Tragens und Stützens eindeutig. Bei dem Gewölbe in Stein wird auch das ungeschulte Auge des Laien die statische Wirkung erkennen. Ebenso natürlich und verständlich wirken das Tragseil oder die Tragkette bei Hängebrücken, der Tragbogen mit frei gestützter und frei angehängter Fahrbahn, das Sprengwerk und das Hängewerk. Gegenüber den vollwandigen Trägern in Holz, Eisen und Eisenbeton sind die in Netz- und Maschenwerk aufgelösten Trägersysteme der gefühlsmäßigen Beurteilung weniger zugänglich. Kommen hierzu noch Unklarheiten über die Bedeutung der Einzelteile im räumlichen Verband, so begreift man die oft beklagte Ablehnung solcher Konstruktionen als unverständlich, fremd und ungewohnt. Der Beschauer sieht eben ein Gerüst, er erkennt nicht den geistigen Gehalt. Man hat anfänglich gehofft, daß der Beschauer sich mit der Zeit an die Formensprache des Eisenbaues gewöhnen werde, und später nach offenkundigen Mißerfolgen gesagt, daß das statische Gefühl für Eisenkonstruktionen erst erzogen werden müsse. Richtiger ist zweifellos die Feststellung, daß es der Ingenieur nicht immer verstanden hat, Stoff und Form so zu meistern, daß seine Absichten auch vom Laien verstanden werden.

Was die Lösung einer Bauaufgabe vom statischen Gesichtspunkt aus anlangt, so hat das statisch bestimmte Tragwerk mancherlei Vorteile. Die Berechnung ist einfach und zuverlässig. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Konstruktion zweckmäßig ist und die im Baustoff ruhenden konstruktiven Möglichkeiten voll ausgeschöpft sind. Je vollkommener das Zusammenwirken der Einzelglieder eines räumlichen Traggerippes, der Platten, Träger, Stützen durch steife Verspannung, d. h. biegefeste Verbindungen ist, um so günstiger ist die Lastverteilung, um so gleichmäßiger die Teilnahme der Einzelglieder an der Aufnahme und Übertragung der Last auf den Baugrund. Man erreicht damit ein Größtmaß an Widerstand mit einem Mindestaufwand an Baustoff. Darauf beruht der bahnbrechende und durchschlagende Erfolg des Eisenbetons. Die steife Rahmenkonstruktion ist die am meisten fortgeschrittene und vollkommenste Schöpfung neuzeitlicher Ingenieurkunst; sie findet neuerdings auch im Eisenbau immer mehr Anwendung und Verbreitung.

Gegenüber der gewölbten Steinbrücke mit geschlossener Massenwirkung gewinnt das aufgelöste Eisentragwerk durch Leichtigkeit und Eleganz der Erscheinung. Auch durch Gegensätze kann Harmonie ausgelöst werden. Bei dem Mangel an Körper, Fläche und Tönung kommt der Umrißlinie eine entscheidende Bedeutung zu. Der nach der Stützlinie geformte Bogen mit voller Wand oder Vergitterung, die natürliche Seillinie des Tragkabels oder der Tragkette, die Gurtlinien der Balkenträger bestimmen den Gesamteindruck. Neben dem Umriß ist die Untergliederung, das Stab-, Netz- und Maschenwerk zu beachten. Das Stabwerk soll in sich einfach, klar und harmonisch sein. Die Querschnitte sind sorglich gegeneinander abzuwägen. Die Unterteilung soll das Maßverhältnis zu den Verkehrseinheiten und zur Umgebung herstellen.

Man glaubte lange Zeit, daß das Eisengerippe allein nicht in der Lage sei, ästhetische Bedürfnisse zu befriedigen, und kam so zur Verkleidung, zur steinernen Kulisse. Heute besteht kein Zweifel, daß es möglich ist, die Eisenkonstruktionen als eigenwilliges, maßstäblich faßbares, selbständiges Gebilde künstlerisch zu gestalten. Man mußte eben im Eisenbau erst lernen, die Werkgedanken und das Kräftespiel zum erfaßbaren Ausdruck zu bringen. Man beurteilt heute die Schönheit der Eisenkonstruktion nicht mehr in ornamentaler Hinsicht, sondern nach der mehr oder weniger gelungenen Versinnlichung der Tragidee und nach der Schnittigkeit der Linien.

Je mehr der Ingenieur die beengende Schranke der Konstruktion und Berechnung überwindet, je mehr er den Blick für das Ganze freihält, um so eher wird er in der Lage sein, Werke zu schaffen, denen man die Schwierigkeiten des Entstehens, der Entwurfbearbeitung und Berechnung nicht mehr ansieht, die schließlich als selbstverständlich dastehen und keiner Erklärung und Begründung bedürfen.

Zweckmäßig, gediegen, sachlich, echt, wahr und gesetzlich ist immer noch nicht künstlerisch. Ein bedeutendes Ingenieurbauwerk kann als technisch-wissenschaftliche Leistung Achtung verdienen, ein kühnes, gewagtes Bauwerk sogar Staunen und Bewunderung erregen und doch ästhetisch nicht befriedigen. Selbst Rhythmus und Wohlklang der Form und geschickte Einpassung in die Umgebung genügen nicht, um die Schöpfung zum Kunstwerk zu erheben. Das alles sind nur Voraussetzungen. Das Kunstwerk entsteht erst durch die Zusammenfassung aller erfüllten Forderungen zur Einheit und Einzigartigkeit durch die Persönlichkeit des schöpferisch gestaltenden Künstlers. In der künstlerischen Gestaltung zeigt sich die Willenszusammenfassung und Sammlung, die zur Erstellung des Bauwerks geführt hat.

Die Brückenbaumeister

Die alten Meister der Baukunst waren Handwerker und Künstler. Ihnen stand noch kein wissenschaftliches Rüstzeug für die Gestaltung ihrer Bauten zur Verfügung. Dagegen besaßen sie ein durch Beobachtung, Erfahrung und Überlieferung ausgebildetes statisch-konstruktives Gefühl und hatten Sinn für gute Form. Ihre Leistungen gingen zum Teil weit über handwerkliches Können hinaus und zeugen von einer erstaunlichen Beherrschung statischer Gesetze, hervorgegangen aus der gefühlsmäßigen Erfassung des Verhältnisses von Schwere und Festigkeit, des Gleichgewichtes der angreifenden und widerstehenden Kräfte, so daß sie geradezu als Ingenieurleistungen ihrer Zeit angesprochen werden dürfen.

Im 19. Jahrhundert sind es die Ingenieurwissenschaften, die umwälzend gewirkt haben. Der Ingenieur von heute arbeitet nicht mehr gefühlsmäßig, sondern nach den Gesetzen logischen Denkens auf Grund von gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Wissenschaft bietet heute die unentbehrliche Grundlage für die Gestaltung der Ingenieurbauten.

Bei den alten Meistern bestand die Gefahr, daß das statische Gefühl trog, die Trag- und Standfähigkeit der Konstruktion überschätzt wurde. Mancherlei Irrtümer zeigen uns die Schattenseiten gefühlsmäßigen Könnens ohne wissenschaftliche Grundlagen. Bei den Ingenieuren von heute droht ein Übermaß an Theorie und Rechnung, die einseitig verstandeskritische Einstellung, die weitgehende Spezialisierung und Mechanisierung der technischen Arbeit den Blick für die Erfassung der Bauaufgabe als Einheit zu trüben, die schöpferische Gestaltungskraft zu lähmen. Ohne diese wird aber auch bei vollkommenster Beherrschung der Hilfsmittel von Wissenschaft und Technik kein Meisterwerk entstehen. Den alten Meistern ist es gelungen, das Bauen zur Kunst, die Werkform zur Kunstform, das Bauwerk zum Kunstwerk zu erhöhen. Ob wir wieder einmal zu so einheitlicher Baugesinnung, zu so geschlossenem Formenausdruck, zu einem neuen Stil gelangen werden, steht dahin. Unsre Zeit ist jedenfalls noch nicht reif und hat die Einheitlichkeit in ihrer Formenerscheinung noch nicht gefunden.

Dem persönlichen Eigenwillen des Baukünstlers sind bei Ingenieurbauwerken Schranken gesetzt. In den freien Künsten mag das Vorrecht der Persönlichkeit, ihr in individuell gestaltenden Formen zum Ausdruck zu gen, gelten, in der angewandten Kunst und in d genieurbaukunst im besonderen kann es ein Vorrec begrenzter künstlerischer Freiheit nicht geben. Die lerische Formgebung darf den technischen Vorauss gen nicht widersprechen.

Der Ingenieur hat sich lange Zeit gegen die spröde und ablehnend verhalten. Seine Kraft war die Arbeiten auf den ureigensten Gebieten der Ba gewinnung und -behandlung, der Werkstofferzeugun Veredlung, der Ausbildung der Trägerarten und -sy der Zusammensetzung, Verbindung und Fügung z tragenden, standsicheren, räumlichen Gebilden durc senschaftliche Forschungsarbeiten und Versuche, du Fortbildung der Werkstattechnik und der Aufste und Arbeitsverfahren voll in Anspruch genommen, sich um die ästhetische Seite der Aufgabe wen kümmert. Wohl hat es nicht an wohlgemeinten Ver gefehlt, seine Arbeiten künstlerisch zu beeinflussen. Versuche hatten jedoch selten Erfolg. Die Beeinfl durch die Architekten des 19. Jahrhunderts war äu und mußte es bei der herkömmlichen Einstellung neuen Bauaufgaben sein; daher der Gegensatz zw Ingenieur und Architekt, über den so oft geklag den ist.

Und doch sind vereinzelt Ingenieurwerke entst denen künstlerischer Wert nicht abgesprochen kann, trotzdem sie keine Architektenhand berührt ha schwierigen Ingenieurprobleme sind leider auch heut nicht — weder verstandes- noch gefühlsmäßig — zu stigen Eigentum der Architekten und Formbildner den. Wenn heute vielfach die Zweckform der Kun gleichgesetzt wird, so bedeutet das einen Verzic künstlerische Gestaltung. Der Gegensatz zwischen tekt und Ingenieur wird erst schwinden, wenn der tekt die Denkweise des Ingenieurs in sich aufgen und innerlich verarbeitet hat.

Die Trennung der Arbeitsgebiete zwischen Ar und Ingenieur war eine unvermeidliche Begleite nung und Folge des technischen Fortschrittes u Arbeitsteilung. Es ist heute kaum mehr möglich, Gebiete zu durchdringen und zu beherrschen. Di ten eines Leonardo da Vinci, eines Albrecht Dürer Balthasar Neumann, die als Maler, Bildhauer, Ar ten und Ingenieure Großes geleistet haben, sind vo Unser Empfinden ist nicht mehr das der Vorf unsre Bedürfnisse sind andre geworden, wir arbeit andern Mitteln. Je weiter die Arbeitsteilung forts und je intensiver die Sonderfachausbildung betrieben um so wichtiger ist das Zusammenarbeiten.

Der Ingenieur stellt die Zweckmäßigkeit vora Architekt die Empfindung. Zweckmäßig, wahr un funden ist das Endziel der Zusammenarbeit. Sondererziehung streben die Kräfte auseinander zusammen. Es gilt deshalb, schon auf den Hochs das Verbundensein der Arbeit von Ingenieur und tekt zu betonen, die Vereinigung zur Einheit bauk rischen Schaffens zu suchen.

Die Entwicklung der deutschen Brückenbauku

Wenn wir Deutschland durchwandern, finde noch überraschend viele Brücken aus alter Zeit — mäler mittelalterlicher Baukunst —, die günstige ständen ihre Erhaltung verdanken. Allbekannt si ehrwürdige Donaubrücke in Regensburg (1135 bis und die Marienbrücke über den Main in Wü (1474 bis 1607), Abb. 1, Textbl. 7. Diese alten brücken sind an sich schön, unübertrefflich im gewicht der Massen und im Rhythmus der Glied aber erst die Verwachsenheit mit der Umgebung sie zu ihrer hohen künstlerischen Bedeutung. Brücken sind zu organischen Bestandteilen des gebildes geworden. Die von Halbkreisgewölben spannten kleinen Öffnungen, die breiten, wuc Pfeiler mit den stromaufwärts keilförmig vorsprin und stromabwärts abgerundeten Unterteilen für d gehinderten Wasserabfluß weisen zwanglos und na auf die Zweckbestimmung hin. Die großen

Schaechterle:
Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst

Abb. 1
Marienbrücke über den Main in Würzburg

Abb. 2
Enzviadukt bei Bietigheim

Abb. 4
Grandfé-Viadukt bei Freiburg, Schweiz, nach dem Umbau

Schaechterle:
Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukuns

Abb. 5. Rheinbrücke in Koblenz

Abb. 6. Kaiser-Wilhelm-Brücke bei Müngsten

Abb. 7. Straßenbrücke über den Rhein bei Worms

Schaechterle:
Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst

Abb. 8
Hohenzollernbrücke über den Rhein in Köln

Abb. 9
Straßenbrücke über den Rhein in Düsseldorf

Abb. 11
Friedrich-Ebert-Brücke in Mannheim

Schaechterle:
Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukun

Abb. 10
Straßenbrücke bei Donauwörth

Abb. 15
Entwurf „Aus einem Guß“, Wettbewerb für die Rheinbrücke Köln-Mülheim

Abb. 14
Entwurf „Von Ufer zu Ufer“ (Hängebrücke), Wettbewerb für die Rheinbrücke Köln-Mülheim

Abb. 13
Straßenbrücke über den Neckar bei Mannheim

...en sind durch die Fugenteilung, Licht und Schatten ...natürliche Tönung des Steins belebt. Alles an diesen ...erken ist abgewogen und abgestimmt, voll Har...e und im Gleichklang mit der Landschaft und den ...chkeiten der Umgebung.

...egenüber den Steinbrücken treten die alten Holz...ken an Zahl und an künstlerischer Bedeutung zu... Die Konstruktion ist meist verdeckt oder nur zum ...sichtbar. Immerhin kann man sagen, daß die Holz...ken bei aller Dürftigkeit der Form, Ausführung und ...rhaltung sich jeder Umgebung anschmiegen, nie un..., aufdringlich oder gar störend wirken.

...ie alten Brücken treten immer mehr zurück hinter ...roßen Zahl von Bauwerken für Straßen- und Eisen...hen, die der neuzeitlichen Entwicklung des Verkehrs...ens ihre Entstehung verdanken.

...ie ersten Eisenbahnbauten standen noch ganz im ...en des Holz- und Hausteinbaues. Besonders im ...inbau sind in der ersten Hälfte des 19. Jahrhun... Ingenieurbauwerke von bleibendem Wert und voll...er Technik geschaffen worden. Abb. 2, Textbl. 7, zeigt ...Enzviadukt bei Bietigheim, gleich ausgezeichnet durch ...Kühnheit der Konstruktion, Gediegenheit des Bau...s, die handwerkliche Verarbeitung des Quader...rwerks und die kunstvolle Behandlung der Sicht...en.

...it den Eisenbahnen kamen die eisernen Brücken ... Eine Zeitlang schien es, als ob der Steinbau durch ...aufstrebenden Eisenbau verdrängt würde. Man ver...ete Eisenkonstruktionen auch da, wo für Stein...erke die technische Ausführungsmöglichkeit gege...war. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts trat der ...bau durch die Aufnahme und Verwendung des ...s mit dem Eisenbau wieder in Wettbewerb.

...urch die gesteigerten Verkehrsansprüche, die Ver...erung der Spannweiten und Verringerung der Bau...n lassen sich die neuen Bauaufgaben in Stein nur ... in seltenen Fällen konstruktiv und wirtschaftlich ...ltigen. Der Beton ist zum vorherrschenden Bau... geworden. Wegen der teuren Handarbeit wurde die ...endung von Quadermauerwerk mehr und mehr auf ...Verkleidung der Sichtflächen beschränkt, z. B. bei ...Prinzregentenbrücke in München und der Augustus...ke in Dresden. Nur das Bruchsteinmauerwerk hat ... in steinreichen Gegenden und im Gebirge gehalten. ...nieurtechnisch und künstlerisch gleich bemerkens...e Bauwerke sind neuerdings in der Schweiz erstellt ...en, wie der Landwasserviadukt der Albulabahn, und ...Solisbrücke der gleichen Strecke.

...it der Fortbildung der Betonbautechnik hat man ...nt, die Betonbrücken der Eigenart des Baustoffes ...sprechend zu gestalten. Man wagte die Bauwerke zu ...n, wie sie aus der Schalung kommen, Abb. 3. Die ...rägliche steinmetzmäßige Bearbeitung der Sicht...en und reicherer Zierrat würden bei der Entfer..., aus der große Bauwerke in freier Landschaft ge... werden, nicht zur Geltung kommen. Ausnahmen ...n Brücken im Stadtbild, wo die Betonung der Ein...iten, sorgfältige Sichtflächenbehandlung und bild...cher Schmuck zu näherer Betrachtung herausfor...

...uch hierfür gibt es heute zahlreiche gelungene ...ührungen, bei denen der Betoncharakter durchaus ...hrt worden ist. Entscheidend für die Wirkung ist ...roße Form. An Stelle des Halbkreisgewölbes ist das ... der Stützlinie geformte Gewölbe und bei beschränk...auhöhe der Flachbogen getreten, mit dem man durch ...haltung von Gelenken bis zu einem Pfeilverhältnis ... 1/16 heruntergehen konnte. Wenn auch mit den ge...ten Formen die Schönheit des alten Steinbaues ... erreicht wird, so ist doch auch bei solchen, den neu...chen Verkehrsanforderungen entsprechenden Bau...en künstlerische Wirkung erreichbar. Für Eisen...ausführung kommen für kleine Stützweiten die ...e, die Plattenbalken und Balken auf Widerlagern, ...n, Stützwände und Pfeiler, für größere Stützweiten ...Bogen in Betracht. Die schlanke Bogenform, die ...hbrechung des Aufbaus, die konsolartige Auskragung der Gehwege, die Anwendung durchbrochener Eisenbetonbrüstungen und eiserne Geländer geben der Eisenbetonbrücke ein eigenartiges, gefälliges Aussehen.

Durch Auflösung des früher auf die ganze Breite der Brücke durchgehenden Gewölbes in Bogenrippen, die über die Fahrbahn hochgezogen werden können, ist die Anwendung der Eisenbetonbauweise auch in Fällen möglich geworden, wo früher gemauerte Ausführung ausgeschlossen war. Nur in wenigen Fällen ist es jedoch gelungen, Eisenbetonbrücken mit untenliegender, an die Tragbogen angehängter Fahrbahn künstlerisch befriedigend zu gestalten.

Die erste Zeit des Eisenbaues ist gekennzeichnet durch die Entwicklung der Grundformen der eisernen Balken-, Bogen-, Ketten- und Seilhängebrücken. Unter den ersten Eisenbrückenbauten trifft man recht ansprechende Lösungen — leichte, gefällige Bogenbrücken oder geradlinige mit vollwandigen oder vergitterten Trägern, die auf schlanken steinernen Pfeilern über mehreren Öffnungen durchlaufen. Die Erbauer zum Teil Maschinen-, zum Teil Bauingenieure oder Architekten fanden gefühlsmäßig für die neuen Eisenkonstruktionen einfache und wirksame Formen mit gut abgestimmten Maßverhältnissen.

Besonders gelungen sind die Talbrücken mit geraden Gitterbalken und obenliegender Fahrbahn, für die sich bald eine typische Form herausgebildet hat. Die gute Wirkung beruht in der klaren Trennung der tragenden und stützenden Teile. Auch da, wo an Stelle der Mauerpfeiler eiserne Gerüstpfeiler und Stützen verwendet wurden, ist durch gleichartige Wandbildung mit feiner Netzteilung ein befriedigendes Aussehen erzielt worden. Eine mustergültige Leistung zeigte der alte Grandféviadukt bei Freiburg in der Schweiz, der längste und höchste Viadukt des schweizerischen Bahnnetzes, 1857 bis 1862 von deutschen Ingenieuren aus Gußeisen und Schweißeisen erbaut. Das Bauwerk ist in den letzten Jahren in Eisenbeton umgebaut worden. Der Brückeningenieur Bühler hat dabei ein Bauwerk geschaffen, das das alte an künstlerischem Wert noch bedeutend überragt, s. Abb. 4, Textbl. 7.

Vorbildlich für große Strombrücken ist in Deutschland die von Lentze 1857 erbaute Gitterfachwerkbrücke über die Weichsel bei Dirschau geworden, wobei der Architekt Stüler steinerne Tor- und Aufbauten über den Widerlagern und Pfeilern als Gegengewicht gegen die starre Wagerechte des Balkentragwerks für notwendig erachtete.

Ein gelungenes Bauwerk ist die in den Jahren 1860 bis 1864 erbaute Rheinbrücke in Koblenz, Abb. 5, Textbl. 8. Die Schwingung des Bogens tritt in der Ansicht voll in Erscheinung. Das feingliedrige Stabwerk der Gitterbogen und der Aufbauten ist äußerst befriedigend, wenn auch die Überschneidung der Bogenlinie durch die Fahrbahn dem sonst klaren Eindruck etwas abträglich ist. Die Ausbildung der steinernen Strompfeiler ist gut, durch die niedriggehaltenen festungsartigen Aufbauten wird die Gesamtwirkung nicht beeinträchtigt.

In der Folgezeit tritt der Statiker für Eisenkonstruktionen mehr und mehr hervor. Auf der Suche nach statisch günstigen Trägerformen kam man vom Parallelträger zu den Parabel-, Halbparabel-, Linsen-, Fischbauch-, Trapez- und Polygonträgern. Die ingenieurmäßig entwickelten Werkformen sind an sich nicht schön und nicht häßlich. Unbefriedigend war jedoch die Art der Verwendung. Man stellte die Träger nach Art des Steinbaukastens auf Widerlagern und Pfeilern zu Brücken zusammen, höchstens, daß die Hauptöffnungen mit ihren größeren Weiten durch die Trägerhöhe hervortraten. Man kümmerte sich früher wenig um die Örtlichkeit, verwendete die gleichen Formen bei Flach- und Hochbrücken in ebener Flußlandschaft, im Hügellande und im Gebirge. In der stürmischen Entwicklungszeit ging dem Ingenieur mit der Vertiefung in die statischen und konstruktiven Aufgaben, im Kampf mit Herstellungs-, Verarbeitungs- und Aufstellschwierigkeiten der Blick für die künstlerische Gestaltung mehr und mehr verloren. Aus der Öde und künstlerischen Unfruchtbarkeit

dieses Entwicklungsabschnittes führte die bahnbrechende Erfindung des bayerischen Ingenieurs Gerber heraus. Durch die Gerberträger wurden die Werkformen des Brückenbaues außerordentlich bereichert. Bei der übertriebenen Scheu vor statischer Unbestimmtheit war es durch Einschalten von Gelenken wieder möglich, die Brücken über mehreren Öffnungen durchlaufend mit stetem Linienzug zu gestalten.

Man hatte aber immer noch die Empfindung, daß diese starren Eisenkonstruktionen hart und fremd in der Landschaft stehen und die Stadtbilder nicht zum Vorteil veränderten, und versuchte deshalb durch architektonisches Beiwerk den ungünstigen Eindruck zu mildern, Anschluß an das Gelände zu gewinnen, Anfang und Ende auffällig zu verdecken oder zu betonen. Torbauten, Türme, figürlicher Schmuck, Blechornamente und Wappenschilder, Standbilder gekrönter Häupter waren beliebte Mittel der Verschönerung.

Das Überwuchern der architektonischen Mittel kennzeichnet noch den fruchtbarsten Abschnitt des deutschen Brückenbaues im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts. Er wurde eingeleitet durch den Bau der großen Bogenbrücken über den Nordostkanal (1891 bis 1894). Die Wettbewerbe für die Rheinbrücken bei Worms, Bonn, Mannheim, Köln, Ruhrort brachten wertvolle Anregungen. Flüssige Linienführung der Gurte, mustergültige Durchbildung der konstruktiven Einzelheiten sind die hervorstechenden Kennzeichen dieser Bauwerke. Die an Zweigelenkbogen-Fachwerkträger aufgehängte Fahrbahn, die 1894 erstmals von Harkort vorgeschlagen wurde, fand mannigfache Nachahmung und Verbreitung. Die künstlerische Gestaltung der Großbrückenbauten stand leider nicht immer auf der Höhe der ingenieurtechnischen Leistung und hat die berechtigte Kritik berufener Kreise hervorgerufen.

Die Kaiser-Wilhelm-Brücke bei Müngsten[2]), Abb. 6, Textbl. 8, mit einer eingespannten Bogenfachwerk-Konstruktion von 170 m Stützweite der Mittelöffnung hat Weltruf erlangt. Wir sehen ein reines Eisenwerk als Ingenieurleistung gewaltig und kühn. Aber die Schöpfer sind im Konstruktiven stecken geblieben. Das Eisengerüst wirkt starr und schwer, beinahe plump. Es ist zu weitmaschig und bildet mit seinem groben Verband einen unausgeglichenen Gegensatz zu den Maßstabeinheiten der Züge und der Landschaft[3]). Ungelöst ist die Verbindung zwischen den Turmgerüsten und den Fahrbahnträgern, die Abstützung der Fahrbahnträger auf den Bogen mit den dünnen Wandstützen zwischen den selbst den Hauptbogen erdrückenden Turmpfeilern über den Widerlagern. Geradezu hilflos und unfertig ist die Auflagerung der Fahrbahnträger an die Bogenscheitel.

Die Straßenbrücke über den Rhein bei Worms, Abb. 7, Textbl. 8, ist trotz der für die Gestaltung günstigen hohen Fahrbahnlage und trotz des großen architektonischen Aufwands nicht ganz gelungen. Die Eisenkonstruktion ist uneinheitlich. Es fehlt an der Verbindung zwischen den kühn geschwungenen, vergitterten Bogen und der schweren Fahrbahn. Die dünnen Stützen in weiter Teilung und die spitz zulaufenden, leeren Bogenzwickel lassen keinen ganz befriedigenden Eindruck aufkommen. Die Fahrbahnlinie wird außerdem durch die übermächtigen Torbauten in romanischem Stil, durch Türmchen und Pfeileraufbauten durchschnitten. Die Steinkulissen sind für den Verkehr hindernd und störend. Die schweren Tortürme dieser Brücken haben aber immerhin insoweit noch eine gewisse Daseinsberechtigung, als sie die Ortwiderlager zur Aufnahme des gewaltigen Bogenschubs belasten und damit zur Standsicherheit des ganzen Bauwerks beitragen.

Der Höhepunkt falsch verstandener monumentaler Brückenbaukunst wurde bei der 1911 vollendeten Hohenzollernbrücke über den Rhein in Köln erreicht, Abb. 8, Textbl. 9, mit der, nach dem harten Ausspruch Wehners[3]), eines der schönsten Stadtbilder Deutschlands verschandelt worden ist. Mit Unrecht wird der Architekt allein mit seiner mittelalterlichen Romantik für das Mißlingen des Baues verantwortlich gemacht. Der Ingenieur ist mitschuldig. Der

[2]) Z. Bd. 41 (1897) S. 1321.

[3]) F. Wehner, Baukunst und Ingenieurästhetik, Z. f. Eisenbau 1919.

bei der Kölner Brücke verwendete Bogenfachwe[rk] mit Zugband, der eine lange Zeit den deutschen [...] brückenbau fast ganz beherrschte, ist ein nicht gan[...] liches Gebilde. Verführerisch sind die geschw[...] Bogengurte. Dem die Umrißlinie bestimmenden O[...] bogen fehlt jedoch das Widerlager. Der Endstä[...] kein Ersatz, der Abschluß ist unbefriedigend. Die [...] linie wirkt unstet, hart und unnatürlich. Der A[...] hatte das Empfinden, daß der Bogen nicht einf[...] geschnitten werden darf. Er setzte die Steinkul[...] gegen und verstärkte den Eindruck des Bogens, ka[...] damit in einen unlöslichen Widerspruch mit der [...] statischen Wirkung des Gesamtsystems als Balke[...] Das Zugband zur Aufhebung des Bogenschubs trit[...] lich kaum in Erscheinung, so kann die Auflageru[...] Laien kaum verständlich gemacht werden. Gegenü[...] einfachen Balkenfachwerkträger mit parallelen [...] wirkt das Tragwerk durch die unnatürliche Höhe [...] größere Gewicht schwer und plump. Durch Zus[...] stellung der Einzelüberbauten bei mehreren Öf[...] häufen sich die Widersprüche. Über den Mittel[...] entsteht der Eindruck, als ob die oberen Bogengu[...] gegeneinander stützen. Die Enden bleiben hart [...] gelöst und gaben dem Architekten Veranlassung, d[...] Ausgleich um so größere Mauermassen anzuhäufe[...] hat die Mängel dieses aufsehenerregenden Bauwerk[...] erkannt und seitdem andre Wege zur Lösung solch[...] gaben beschritten.

Die jüngste Entwicklung

Die Arbeiten des Deutschen Werkbundes u[...] Äußerungen namhafter Kunstkritiker wie M[...] Cohen, Wehner, Stahl, Lindner u. a. [...] dazu beigetragen, die Ansichten über die künstleris[...] staltung von Ingenieurbauwerken zu klären. Die [...] Kulissenarchitektur ist überwunden. Die Gestaltu[...] einen wesentlichen Fortschritt zum Sachlichen e[...] Man hat erkannt, daß architektonisches Beiwerk ni[...] überflüssig, sondern der Wirkung abträglich ist, [...] funden, daß die Lösungen immer noch zu den [...] gehören, bei denen der Ingenieur es wagte, sein W[...] verhüllt und unabhängig von herrschenden Geschmac[...] Stilrichtungen zu zeigen. Man verlangt heute Einf[...] Klarheit und Sachlichkeit der Form. Die Eisenko[...] tion ist nicht notwendiges Übel, mit der die Forde[...] des Verkehrs technisch am leichtesten befriedigt [...] können, sondern Mittel zu elegantester künstlerisc[...] staltung.

Wie weit wir darin in der Vorkriegzeit gek[...] sind, zeigt die Straßenbrücke über den Rhein in [...] dorf, Abb. 9, Textbl. 9, die zwar immer noch eine[...] Steinarchitektur zeigt; aber diese ist schon losgelö[...] Eisentragwerk, das durchaus selbständig und sachl[...] staltet ist. Die wirtschaftlichen Verhältnisse zwing[...] heute, Maß zu halten in allen Dingen, unter Verzi[...] dekorativ-monumentale Architektur so einfach, s[...] sparsam zu bauen, wie es sich eben mit der Sicherh[...] Bauwerke verträgt. Die Fortschritte in Theor[...] Praxis haben uns freier gemacht. Die Berechnung[...] kaum mehr Schwierigkeiten. Der Ingenieur ist nich[...] allein Erfinder und Forscher, Schöpfer neuer F[...] sondern Besitzender. Der Weg ist freigemacht zu [...] lerischer Gestaltung.

Welche Möglichkeiten der ansprechenden Ges[...] in dem steifen vollwandigen Balkenträger liegen[...] die Straßenbrücke bei Donauwörth, Abb. 10, Tex[...] Das Tragwerk ist der Fahrbahn untergeordnet[...] durchlaufenden Blechträger mit leichter Schwingun[...] auf schmucklosen Pfeilern klar und einwandfrei g[...] Die Abmessungen sind wohl abgewogen und im Ei[...] mit den Maßverhältnissen der Verkehrseinheiten u[...] Landschaft.

Ein wohlgelungenes Bauwerk ist die neue S[...] brücke über den Neckar in Mannheim, Abb. 11, Te[...] und Abb. 12, nach der Britanniabrücke wohl die [...] spannteste Vollwand-Balkenbrücke der Welt. Die [...] Hauptträger treten auf Geländerholmhöhe über die[...] bahn hervor und trennen diese von den durch Kons[...]

Abb. 12
rich-Ebert-Brücke in Mannheim, Blick auf die Fahrbahn

ten Gehwegen. Die Brückenenden sind durch schlanke nen betont, die Ein- und Ausleitung des Verkehrs ist h Erweiterung der Gehwege über den Widerlagern ertert.

Zur Überbrückung größerer Öffnungen kommen der Blechträger Fachwerkträger in Betracht, die ge Flächenwirkung geht verloren, kann aber durch fältige Gliederung des Stabwerks ausgeglichen den. Eine technisch und künstlerisch vorbildliche ung zeigt die neue Eisenbahnbrücke über die Elbe leißen[4]). Der Architekt war der Ansicht, daß im vornden Falle durch eine Krümmung der Gurtlinien befriedigendes Brückenbild geschaffen werden ne, daß dem Schnellverkehr die der Fahrbahn gleichende gerade Gurtlinie am besten entspreche, die e der Brücke eine wesentliche Erhebung der Haupter über der Fahrbahntafel verbiete, um den freien blick nach der Albertsburg nicht zu stören, daß die m Fachwerk eigentümliche Unruhe nur durch geradge Gurtführung und gekreuzte Streben mit durchgleicher Neigung einigermaßen gemildert werden ne. Der Vergleich mit der alten Brücke zeigt deutden großen Fortschritt in der Gestaltung des Zweckes.

Eine in der Gesamtanordnung und in den Einzelen neuartige Eisenkonstruktion zeigt die Elbebrücke Hämerten, die in den letzten Jahren an Stelle der n, in den Jahren 1868/1870 erbauten zweigleisigen nbahnbrücke mit Schwedlerträgern erstellt worden . Das Streben nach einheitlicher Gestaltung des ckenbildes führte zur Anwendung gestufter Parallelwerkträger mit zentrischer Auflagerung über den lern und Gelenken in den Seitenöffnungen. Das werk paßt sich gut in die flache Stromlandschaft ein. sieht aber aus verschiedenen Aufnahmen, daß der ufte Träger, der in letzter Zeit Mode geworden ist, Hinsicht auf das Aussehen noch mancherlei Mängel weist. Die Umrißlinie hat namentlich in der schiefen t etwas Hartes und Gezwungenes.

Eine der schönsten, neueren Bogenbrücken ist die ßenbrücke über den Neckar in Mannheim, Abb. 13, tbl. 10. Die große Mittelöffnung ist durch elastische enträger überspannt, die Seitenöffnungen haben flache ngewölbe. Die durch die Verschiedenartigkeit des Baufs sich ergebenden Schwierigkeiten sind meisterhaft rwunden, wenn auch zugegeben werden muß, daß einheitliche Ausführung noch besser gewirkt hätte. Pfosten zwischen Eisenbogen und Fahrbahn sind etwas n und kraftlos geraten, die Unterbrechung der Fahrnlinie durch die Kandelaber wäre besser unterblieben.

Ein Meisterwerk neuzeitlicher Ingenieurbaukunst die Hängebrücke über den Rhein in Köln, s. Titelbild 213. Die Grundforderungen „freie Bahn für den kehr und freier Ausblick auf Strom und Ufer" sind los erfüllt. Das Eisenbauwerk fügt sich harmonisch in das altehrwürdige Stadtbild ein. Die Konstruktion ist von kaum übertreffbarer sachlicher Klarheit. Die Hängegurte, die auch aus der Ferne kraftvoll wirken, schwingen sich über schlanke Pylonen von Ufer zu Ufer, und bringen mit den die Fahrbahn begleitenden vollwandigen Versteifungsträgern die Bindung beider Ufer und die Überwindung des Stroms in ruhiger, sicherer und vollendeter Form zum Ausdruck. Man hat von allem Beiwerk und Zierat abgesehen, dagegen die Konstruktion in allen Teilen so gestaltet, daß die einzelnen Glieder ihren Zweck voll und ganz erfüllen und in den Formen sich der Einheitlichkeit des Brückenbildes einordnen.

Auch in der Bewältigung kleinerer Bauaufgaben sind wesentliche Fortschritte gemacht worden. Sind bei breiten Straßen Zwischenstützen ausgeschlossen, so braucht man bei der geringen zur Verfügung stehenden Bauhöhe schwere Träger, die über die Fahrbahn hinaufreichen und kaum maßstäblich in Einklang mit dem überbrückten Raum zu bringen sind. Durch die Anordnung von Zwischenstützen kann man die Träger unter die Fahrbahn legen, erreicht volle Bewegungsfreiheit auf der Brücke und eine zwangläufige Regelung des Verkehrs unter der Brücke. Die vollwandige Ausbildung aller Teile ist gegeben. Die Gesamtgestaltung des Bauwerkes mit Widerlagern und Flügeln und die Einzeldurchbildung der Teile ist der Bedeutung des Bauwerkes im Stadtbild entsprechend ganz auf Sicht von der Straße aus anzulegen. Zierliche Aufbauten über den Widerlagern würden in unangenehmen Gegensatz zu den Eisenbahnfahrzeugen treten und im Vorbeifahren vom Zuge aus störend empfunden werden; maßgerechte Aufbauten zu den schweren Lokomotiven würden von der Straße aus ungeheuerlich erscheinen.

Eine andre, wegen der ungünstigen verkehrstechnischen Bedingungen oft recht undankbare Aufgabe ist die Überbrückung von ausgedehnten Bahnhofanlagen. Dabei wird zu wenig beachtet, daß meist schon durch die Bedingungen großer Lichtweiten und kleiner Lichthöhen eine gute Lösung ausgeschlossen ist. Man findet viele Bauwerke, bei denen die Erbauer sich redliche Mühe gegeben haben und doch zu keinem befriedigenden Ergebnis gekommen sind. Die Eisenkonstruktion an sich ist einwandfrei durchgebildet; betrachtet man aber das Brückenbild als Ganzes, so tritt der grundlegende Mangel offenkundig zutage. Der freie Raum unter der Brücke verschwindet gegenüber dem Tragwerk, das dicht auf dem Gelände gelagerte hohe Tragwerk ist kaum verständlich. Hier sollte eine andre Lösung gesucht werden, und zwar mit gerade durchlaufenden Balken (möglichst unter der Fahrbahn) und versetzbaren Stützen, um die notwendige Bewegungsfreiheit bei Gleisänderungen unter der Brücke und Erweiterungsmöglichkeit für die Erfordernisse des Verkehrs auf der Brücke zu gewährleisten. Man erzielt damit gute Maßstabverhältnisse und außerdem nicht unbedeutende Kostenersparnisse. Unter Verwendung von Baustahl 48 oder Siliziumstahl können Spannweiten bis 80 m mit durchlaufenden, vollwandigen Kastenträgern überwunden werden, ohne daß die Konstruktion sich wesentlich über Geländerholmhöhe erhebt.

Im folgenden sei noch kurz auf den Wettbewerb für die neue Rheinbrücke bei Köln-Mülheim hingewiesen. Als Ergebnis des Wettbewerbes verdient zunächst hervorgehoben zu werden, daß der lange Zeit so beliebte Bogenfachwerk-Träger mit Zugband verschwunden ist, und daß der gestufte Träger nur in einem einzigen Nebenentwurf vertreten ist, der deutlich zeigt, daß mit dieser Trägerform keine befriedigende Lösung gefunden werden kann. Es bleiben die versteifte Hängebrücke, der elastische Bogenträger mit voller Wand oder Vergitterung mit und ohne Zugband und der gerade Fachwerkbalken. In diesen altbewährten Grundformen sind technisch und künstlerisch hochstehende Entwürfe eingereicht worden. Von diesen kann der von der MAN zusammen mit Baudirektor Abel eingereichte Entwurf „Von Ufer zu Ufer" einer vollständig in sich verspannten Hängebrücke mit vier

[4]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 206.
[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 501.

über eiserne Pylone geschwungenen Tragkabeln als zwar kostspielige, aber technisch und künstlerisch vorzügliche Lösung bezeichnet werden, Abb. 14, Textbl. 10. Bei dem vom Preisgericht zur „Ausführung in erster Stelle" empfohlenen Entwurf „Aus einem Guß" von Fried. Krupp A.-G., zusammen mit Prof. Peter Behrens, Abb. 15, Textbl. 10, wird der Rhein mit vollwandigen Bogen in einer 333 m weiten Öffnung überspannt. Die Großzügigkeit dieses ingenieurtechnisch hervorragenden Entwurfs verdient rückhaltlose Anerkennung, wenn auch der beherrschende Eisenbogen über der Hauptöffnung mit den kleinen Vollbogen über den Flutöffnungen nicht ganz im Einklang steht und die Eisenmassen über der Fahrbahn aus der Nähe gesehen zweifellos schwer drückend wirken werden. Mit dem geraden Balkent... ließen sich die in der Aufgabe liegenden Schwierigk... leicht und ungezwungen lösen. Hierfür sind eine ... Reihe von guten Vorschlägen gemacht worden, dene... aller Einfachheit und Anspruchslosigkeit gute Wir... nicht abgesprochen werden kann. Vorbildlich ist de... gekünstelte Übergang von den Gewölben oder ... trägern der kleinen Öffnungen zum aufgelösten ... werk der Hauptöffnungen gelöst.

Man erkennt auch aus diesem Wettbewerb, da... Entwicklung des deutschen Brückenbaus auf die A... dung klassisch einfacher Formen hinzielt. [B 5...

Durchschlagsichere Stützenisolatoren

Von den Mittelspannungsnetzen muß bei ihrer Bedeutung für die Stromversorgung ganzer Gebiete höchste Betriebsicherheit verlangt werden. In dieser Hinsicht stellen die in den letzten Jahren entstandenen Klein-Kettenisolatoren[1]), die durch Einfügen weiterer Glieder jederzeit eine Verstärkung der Isolation gestatten, einen überaus wichtigen Fortschritt dar. Ihrem Einbau stehen jedoch vielfach wirtschaftliche Bedenken im Wege, besonders wenn es sich um die nachträgliche Erhöhung der Betriebsicherheit von Strecken handelt, bei denen die Maste für das Aufhängen der Leitung an Kettenisolatoren nicht hoch genug sind, so daß der Umbau einem völligen Neubau nahezu gleichkommen würde. In solchem Fall bietet sich eine Lösung durch die neuen durchschlagsicheren Stützenisolatoren mit einer im Vergleich zum Überschlagweg sehr großen Wanddicke zwischen dem Leitungsdraht und dem Stützenloch.

In Abb. 1 ist für die gleiche Betriebspannung ein vom VDE genormter Delta-Isolator dem leichteren und schwereren Modell durchschlagsicherer Isolatoren gegenübergestellt, die von den Hermsdorf-Schomburg-Werken den VDE-Normen entsprechend für 10, 15, 20 und 25 kV ausgeführt werden. Im Gegensatz zu manchen anderen Bauarten stimmen bei diesen Isolatoren die Befestigung auf den Stützen und die Abmessungen der Stützenlöcher mit den entsprechenden Delta-Isolatoren überein. Beim Umbau von Leitungen können daher nicht nur die Maste sondern auch die alten Stützen beibehalten werden, die wegen Verrostens der Befestigungsmuttern nur schwierig und unter erheblichem Zeitaufwand von den Querarmen zu lösen sind.

Obschon bei beiden Ausführungsformen die Stützen nicht bis zur Bundrille in den Porzellankörper hineinreichen, weisen die Isolatoren eine mittlere Bruchfestigkeit von 1560 bzw. 1780 kg auf. Sie sind daher an Abspannmasten für Kupferleitungen von 35 bis 50 mm² und an Tragmasten für entsprechend größere Querschnitte verwendbar. Dabei wird infolge des weniger tiefen Eindringens der Stützen der Abstand zwischen Leitungsdraht und Querarm um rd. 5 cm vergrößert und so auch der Schutz gegen Erdschlüsse durch Fremdkörper, Vögel usw. erhöht.

Bei beiden Ausführungsformen liegen die unter Öl mit technischem Wechselstrom von 50 Hertz erzielten Durchschlagwerte über 200 kV effektiv, so daß die Isolatoren gegen Beanspruchungen mit Betriebfrequenz unbe... durchschlagsicher sind. Bei den sehr eingehenden Pr... gen mit elektrischen Spannungsstößen[2]), die nach den ... sätzen des VDE mit Spannungen von 140 bis 18... (Scheitelwert) vorgenommen wurden, jedoch mit de... heblichen Verschärfung, daß jeder einzelne Isolator ... Stöße, statt wie vorgesehen 20, erhielt, schlug kein... ziger Isolator durch. Hierauf wurde zur Erhöhung ... Beanspruchung zwischen den einen Pol der Zuleitung ... die Halsrille des Isolators ein Luftraum von einigen ... timetern geschaltet, wodurch dem Isolator im Augen... des Überschlagens des Luftspaltes eine weit größere ... nung aufgedrückt wird. Die ersten Durchschläge t... bei 250 kV ein, also etwa bei dem doppelten Wer... Überschlagspannung nach den VDE-Leitsätzen. Die m... Isolatoren schlugen jedoch erst bei Scheitelspannungen ... 280 bis 320 kV durch oder hielten selbst dieser außeror... lichen Beanspruchung bis 330 kV und darüber stand. ... lagen diesen Versuchen Spannungsanstiege zu Grunde ... im Betriebe, wo steile Wanderwellen verhältnism... rasch abgeflacht werden, auch nicht annähernd auftr... Die Isolatoren können also auch gegen Beanspruchu... mit hochfrequenten Spannungen (Wanderwellen) als d... schlagsicher angesehen werden.

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1186.

Abb. 1
Genormter Delta-Isolator (links) und durchschlagsichere Isolatoren leichter und schwerer Ausführung für gleiche Betriebspannung unter Verwendung der gleichen Stütze

Abb. 2
Genormter Delta-Isolator (links) und durchschlagsichere Isolato... leichter und schwerer Ausführung nach der Steinwurfprüfun...

Schließlich ist noch auf die außerordentlich ... Widerstandsfähigkeit der durchschlagsicheren Isola... gegen böswillige Beschädigungen durch Steinwürfe, Fl... schüsse u. dergl. hinzuweisen. Bei einem Vergleichve... in den Hermsdorf-Schomburg-Werken mit einer grö... Zahl genormter Delta-Isolatoren und durchschlagsic... Isolatoren, die betriebmäßig montiert in einem Fallsc... einseitig mit Steinen beworfen wurden, genügten zum ... schlagen der Mäntel bei der ersteren Bauart etwa 30 ... treffer, während hierzu bei den beiden durchschlagsic... Formen etwa 300 Volltreffer erforderlich waren. Aus A... die nach dieser Prüfung aufgenommen ist, ergibt sich a... dem, daß die beiden durchschlagsicheren Isolatoren ... einen längeren Isolationsweg zwischen Leitung und S... aufweisen als der genormte Delta-Isolator. Bei der ... schließenden elektrischen Prüfung wurde daher auch ... Trockenüberschlagspannung bei dem Delta-Isolator ... 36 000 V gegenüber 55 000 bzw. 58 000 V bei den b... durchschlagsicheren Isolatoren ermittelt. [M 443] ...

Hermsdorf i. Th. Walli...

[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 862 u. 70 (1926) S. 1187.

Über schädliche Schwungmassen bei Drehschwingungen

Von Dr. techn. Fredrik Vogt, Trondhjem

In diesem Aufsatz wird gezeigt, daß alle Schwungmassen zwischen null und einem gewissen Grenzwert im Schwungrad einer Kolbenmaschine auf den Gang des Stromerzeugers unmittelbar schädlich wirken können.

In den vielen wertvollen Arbeiten über Drehschwingungen bei Kolbenmaschinen, die in der letzten Zeit erschienen sind[1]), ist die Frage der günstigsten Schwungradbemessung von anderen Aufgaben etwas zurückgedrängt worden. Es ist zwar allgemein bekannt, daß z. B. eine Dieselmaschine mit Stromerzeuger am besten arbeitet, wenn die gesamte erforderliche Schwungmasse in den Stromerzeuger eingebaut ist. Diese Anordnung erfordert jedoch meist Sonderbauarten von Stromerzeugern, so daß ein das besondere Schwungrad zwischen Maschine und normalem Stromerzeuger häufig bevorzugt. Die Bemessung der Teile erfolgt dann so, daß die kritischen Drehzahlen z. B. um wenigstens 15 bis 25 vH von der Betriebsdrehzahl entfernt sind.

Nach Untersuchungen an ausgeführten Anlagen scheint es als ob auch anerkannte Fabriken nicht davon unterrichtet seien, daß Schwungmassen unmittelbar schädlich wirken können, auch wenn die kritische Drehzahl wesentlich höher liegt, indem der Stromerzeuger ruhiger läuft und die Drehspannungen der Welle geringer werden, wenn man das Schwungrad ganz entfernt, trotzdem die Maschine dann eine ziemlich geringe Schwungmasse hat. Bei dem unten gegebenen Zahlenbeispiel entsprechen die Grenzen, wo die Schwungradmasse schädlich wirkt, kritischen Drehzahlen von + 86 und — 7 vH der Betriebsdrehzahl.

Ein Beispiel lieferte vor kurzem eine Vierzylinder-Zweitakt-Dieselmaschine mit Schwungrad und Stromerzeuger. Bei den Übergabeversuchen schwankte die Stromspannung so stark, daß das Licht unruhig wurde. Die Anlage wurde deshalb nicht abgenommen. Der Lieferer ersetzte das Schwungrad durch ein anderes mit knapp 4 vH des ursprünglichen Schwungmoments GD^2, da Beobachtungen und Berechnungen zeigten, daß beim ersten Schwungrad die Frequenz der Eigenschwingungen ersten Grades nur um wenige vH geringer war als die Frequenz der vier Hübe bei einer Umdrehung. Besondere Untersuchungen zeigten, daß die Ursache der Störungen nicht vom Stromerzeuger ausgegangen war.

Mit dem neuen Schwungrad wurde die kritische Drehzahl bis auf rd. 14 vH über der Betriebsdrehzahl erhöht. Auch nach dem Umbau war aber das Licht zu unruhig und zeigte vier wiederkehrende Schwankungen während einer Umdrehung. Berechnungen, die durch Versuche bestätigt wurden, zeigten dann, daß der Betrieb ohne Schwungrad einen geringeren (günstigeren) Ungleichförmigkeitsgrad des Stromerzeugers ergab, und daß bei den vorliegenden Abständen und Wellenabmessungen jede Schwungmasse zwischen Maschine und Stromerzeuger schädlich wirkte, wenn sie nicht mindestens etwa doppelt so groß wie die ursprüngliche Schwungmasse war. Für solche Fälle gibt es keine andern Möglichkeiten, einen ruhigen Gang zu erreichen, als Umbau der Welle, allenfalls mit Einschalten einer nachgiebigen Kupplung, Anwendung eines sehr großen Schwungrades oder Einbau der erforderlichen Schwungmasse in den Stromerzeuger.

Die nachstehende Untersuchung befaßt sich mit solchen „schädlichen Schwungmassen" in einem Rade, wenn beliebig viele Schwungmassen elastisch verkettet sind. Liegt die Frequenz der erzwungenen Schwingungen nicht allzu nahe an der Frequenz der freien Eigenschwingungen, so hat bekanntlich die Dämpfung zumeist wenig Einfluß auf die Amplitude der Schwingung. Da hier insbesondere nicht die Verhältnisse bei vollkommener Resonanz untersucht werden, scheint es daher unbedenklich, sich auf reibungsfreie Systeme zu beschränken. Bedenklicher ist die Beschränkung auf eine erregende Kraft, die durch eine harmonische Funktion der Zeit gegeben ist. Es ist jedoch leicht, die Untersuchungen auf beliebige periodische Kraftfunktionen auszudehnen.

[1]) Vergl. z. B. Quellennachweis in „Drehschwingungen in Kolbenmaschinenanlagen" von Dr.-Ing. Hans Wydler, Berlin 1922, Julius Springer.

Trägheitsmomente I_1 I_2 I_3 ……… I_m ……… I_n mkg s²
Ausschläge φ_1 φ_2 φ_3 ……… φ_m ……… φ_n Radianen
reduzierte Längen l_1 l_2 l_3 ……… l_{n-1} 1/mkg
Drehmomente in der Welle $\frac{\varphi_1-\varphi_2}{l_1}$ $\frac{\varphi_2-\varphi_3}{l_2}$ ……… $\frac{\varphi_{n-1}-\varphi_n}{l_{n-1}}$ mkg
äußeres Moment $M \sin \eta t$ mkg
$l = \Sigma \frac{L}{G I_p}$ t = Zeit in s
RZ 274 Z1

Abb. 1
Darstellung eines Systems mit n Rädern

Mit den in Abb. 1 erklärten Bezeichnungen werde also ein elastisch schwingendes reibungsfreies System betrachtet, dessen Räder mit den Trägheitsmomenten $I_1, I_2 \ldots I_n$ durch Wellenstücke mit den reduzierten Längen $l_1, l_2 \ldots . l_{n-1}$ verbunden sind. Der Ausschlag eines Rades, aus der Gleichgewichtlage gerechnet, sei im Bogenmaß φ. Das einzige äußere Moment, womit hier gerechnet wird, ist das an einem bestimmten Rad m (der Maschine) angreifende Moment $M \sin \eta t$, wodurch die Drehschwingungen erzeugt werden. Führt man die Längen $l_0 = l_n = \infty$ ein, so sind die Bewegungsgleichungen für alle Räder bei $i = 1, 2, \ldots, n$:

$$I_i \varphi_i'' = \frac{\varphi_{i-1} - \varphi_i}{l_{i-1}} - \frac{\varphi_i - \varphi_{i+1}}{l_i} \quad \text{für} \quad i \lesseqgtr m \quad . \text{(1a)};$$

hierzu kommt

$$+ M \sin \eta t \quad \text{für} \quad i = m \quad . \text{(1b)}.$$

Durch Summieren dieser Gleichungen von $i = 1$ bis $i = r$ folgt

$$\varphi_{r+1} = \varphi_r + l_r \sum_{i=1}^{i=r} I_i \varphi_i'' \quad \text{für} \quad r < m \quad . \ . \ . \text{(2a)};$$

hierzu kommt

$$- l_r M \sin \eta t \quad \text{für} \quad r \geqq m \quad . \ . \ . \text{(2b)}.$$

Nach und nach lassen sich so alle Größen φ durch φ_1 ausdrücken

$$\left.\begin{aligned} \varphi_2 &= l_1 I_1 \varphi_1'' + \varphi_1 \\ \varphi_3 &= l_1 l_2 I_1 I_2 \varphi_1'''' + [(l_1 + l_2) I_1 + l_2 I_2] \varphi_1'' + \varphi_1 \end{aligned}\right\} \text{(3a)}$$

usw. Von φ_{m+1} ab kommt dazu ein Glied $M \sin \eta t$ mit einem Faktor

$$\left.\begin{aligned} \varphi_{m+1} &= - l_m M \sin \eta t \\ &\quad + \text{Glieder der früheren Art} \\ \varphi_{m+2} &= - [l_m l_{m+1} I_{m+1} (-\eta^2) + (l_m + l_{m+1})] \\ &\quad M \sin \eta t + \cdots\cdots \end{aligned}\right\} . \text{(3b)}$$

usw. Werden alle Gleichungen (1) von $i = 1$ bis $i = n$ summiert, so ist

$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i \varphi_i'' = M \sin \eta t \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \text{(4)}.$$

Werden alle Größen φ_i in Gl. (4) nach Gl. (3) durch φ_1 ausgedrückt, so erhält man die Differentialgleichung für φ_1

$$a_0 \varphi_1^{(2n)} + a_2 \varphi_1^{(2n-2)} + \cdots + a_{2n-2} \varphi_1'' = R_1 M \sin \eta t \quad \text{(5)},$$

die durch das partikuläre Integral (die erzwungene Schwingung)

$$\varphi_1 = A_1 \sin \eta t \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \text{(6)}$$

gelöst wird. Die Amplitude dieser Schwingung ist

$$A_1 = \frac{R_1 M}{a_0 (-\eta^2)^n + a_2 (-\eta^2)^{n-1} + \cdots\cdots + a_{2n-2} (-\eta^2)} \text{(7)}$$

Die Beiwerte der Ableitungen von φ_1 in Gl. (3) sind in den Formeln für φ_i als Summen von potenzfreien Produkten von l_1 bis l_{i-1} und I_1 bis I_{i-1} in verschiedenen Verbindungen gebildet. Ist dies für alle Größen i bis $i = r$ der Fall, so folgt aus Gl. (2), daß das Gleiche auch für $i = r + 1$, also für alle Größen eintreten muß. Entsprechend hat das Produkt $I_i \varphi_i''$ Beiwerte für die Ableitungen von φ_1, die in derselben Weise aus l_1 bis l_{i-1} und I_1 bis I_i gebildet sind. Die Summe dieser Produkte in Gl. (4) liefert folglich Beiwerte a in Gl. (5), die Summen von potenzfreien Produkten von l_1 bis l_{n-1} und I_1 bis I_n sind. Das Wesentliche ist hier, daß keine dieser Größen in höherer als der 1. Potenz vorkommt; der Nenner von Gl. (7) ist also z. B. vom Trägheitsmoment I_s des Schwungrades linear abhängig.

Von Gl. (3b) ausgehend, findet man in ganz ähnlicher Weise, daß der Beiwert R_1 und daher der Zähler in Gl. (7) von η und den Größen l_m bis l_{n-1} und I_{m+1} bis I_n abhängt, also nur von Abmessungen rechts vom Rad m in Abb. 1; auch diese Größen treten nur in der 1. Potenz auf.

Wird nicht die Schwingungsamplitude A_1 des äußersten Rades, sondern die Amplitude A_g des Rades g (des Stromerzeugers) gesucht, so führt man φ_1 in die Gl. (3) für φ_g ein und findet

$$\varphi_g = A_g \sin \eta t = \mu_g A_1 \sin \eta t,$$

wobei die Amplitude

$$A_g = \mu_g A_1 = \frac{\mu_g R_1 M}{a_0 (-\eta^2)^n + a_2 (-\eta^2)^{n-1} + \cdots + a_{2n-2} (-\eta^2)} \quad (8)$$

ist und

$$\left.\begin{aligned} \mu_2 &= l_1 I_1 (-\eta^2) + 1 \\ \mu_3 &= l_1 l_2 I_1 I_2 (-\eta^2)^2 \\ &\quad + [(l_1 + l_2) I_1 + l_2 I_2] (-\eta^2) + 1 \quad \text{für } g \lesseqgtr m \\ &\text{usw.} \end{aligned}\right\} \quad . \quad (9)$$

Auch μ_g enthält also, abgesehen von Potenzen von η, nur erste Potenzen von l_1 bis l_{g-1} und I_1 bis I_{g-1}.

Die Ungleichförmigkeit des Rades g wird, wenn ω_0 die mittlere Winkelgeschwindigkeit ist,

$$\delta_g = \frac{\varphi'_{g\,\max} - \varphi'_{g\,\min}}{\omega_0} = 2 \frac{\eta}{\omega_0} \left| A_g \right| \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Mit Hilfe dieser Formeln kann man untersuchen, welchen Einfluß eine Änderung im Trägheitsmoment I_s des Schwungrades auf den Gang des Stromerzeugers hat. Die Räder beziffert man so, daß $g < m$ ist, und betrachtet den Fall, wo das Schwungrad zwischen Maschine und Stromerzeuger liegt oder starr mit Maschine oder Stromerzeuger verbunden ist, also $g \leqq s \leqq m$. Dann kommt I_s weder in μ_g noch in R_1 vor, der Zähler in Gl. (8) ist also von I_s unabhängig. Wie früher erwähnt, ist dagegen der Nenner in Gl. (8) von I_s linear abhängig. Nach Ordnung der Glieder kann man daher Gl. (8) auf die Form bringen

$$A_g = \frac{c}{1 - \dfrac{I_s}{I_{krit}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11),$$

wobei c und I_{krit} zwei von I_s unabhängige Größen sind, die positiv, negativ oder gleich null sein können (vergl. Beispiel unten). I_{krit} bezeichnet einen kritischen Wert von I_s.

Ist I_{krit} eine endliche positive Größe, so ist es physikalisch immer möglich, $I_s = I_{krit}$ zu wählen. Abgesehen von

Stromerzeuger Schwungrad Maschine
$\omega_0 = 10\pi$ 1/s
$I_1 = 49$ I_2 $I_3 = 6{,}6$ mkg s²
RZ274Z2 $l_1 = 1{,}75$ $l_2 = 1{,}4 \cdot 10^{-6}$ 1/mkg

Abb. 2
System mit drei Rädern

$c = 0$ (Stromerzeuger im Knotenpunkt der Schwing wird dann die Schwingungsamplitude des Stromerzeuger reibungsfreiem System unendlich groß. Bleibt die I zahl der Maschine und damit η unverändert, so spielt I_{krit} dieselbe Rolle wie die kritische Drehzahl bei gegebenen Maschine mit veränderlicher Drehzahl: S $I_s = I_{krit}$ wird, nimmt die Frequenz einer der freien E schwingungen denselben Wert an, wie die des die Sch gung erzeugenden Moments. Jedem Wert von η entsp nur ein bestimmter Wert von I_{krit}.

Ist das Trägheitsmoment des Schwungrades $I_s =$ wird die Schwingungsamplitude des Stromerzeugers A_g Wird I_s größer und ist I_{krit} positiv, so wird die Ampli absolut gerechnet, immer größer bis $I_s = I_{krit}$ ist; von nimmt die Amplitude ab, erreicht aber erst mit $I_s = 2$ den ursprünglichen Wert c. Für diese Schwingu kann daher gesagt werden: Können bei einem gew Trägheitsmoment $I_s = I_{krit}$ des zwischen Maschine Stromerzeuger eingebauten Schwungrades Resonanzsch gungen im Stromerzeuger auftreten, so ist jedes Träg moment zwischen null und $2 I_{krit}$ schädlich für den ru Gang des Stromerzeugers, vorausgesetzt, daß das Schwingung erzeugende Moment eine harmonische F tion der Zeit ist. Erst bei $I_s > 2 I_{krit}$ wird das Schw rad nützlich.

Ist I_{krit} negativ, so nimmt nach Gl. (11) die Sch gungsamplitude des Stromerzeugers immer ab, wenn Trägheitsmoment des zwischen Maschine und Strome ger liegenden Schwungrades zunimmt; das Schwungra also immer nützlich. Liegt das Schwungrad nicht zwis Stromerzeuger und Maschine, so tritt I_s in μ_g oder R_1 l auf, und der Zähler in Gl. (8) hängt von I_s linea Dieser Fall hat aber nur geringes praktisches Interess

Die reduzierten Längen l treten in der Amplitu gleichung in ähnlicher Weise wie die Trägheitsmon auf; die Änderung einer bestimmten reduzierten L (Änderung der wirklichen Länge oder des Durchmess führt auf ähnliche Schlüsse wie die Änderung eines T heitsmomentes.

Ist das die Schwingung erzeugende Moment durch harmonische Analyse in mehrere harmonische K ponenten zerlegt, so liefert jede davon ihren Beitrag Schwingung des Stromerzeugers; diese Beiträge kö verschiedene Amplituden, Phasen und Frequenzen ha Wegen ihrer Größe bestimmt meist diejenige Kompor die Wirkung einer Schwungmasse, die dieselbe Freq wie das Kolbenspiel hat, wenn von der vollständigen sonanz abgesehen wird.

Zahlenbeispiel. In dem Dreimassensy Abb. 2, erzeugt das Moment $M \sin \eta t$ der Maschine Sch gungen des Stromerzeugers mit der Amplitude

$$A_g = A_1 = \frac{c}{1 - \dfrac{I_2}{I_{krit}}},$$

wobei

$$c = \frac{M}{\eta^2 [(l_1 + l_2) I_1 I_3 \eta^2 - (I_1 + I_3)]}$$

und

$$I_{krit} = \frac{(l_1 + l_2) I_1 I_3 \eta^2 - (I_1 + I_3)}{l_1 l_2 I_1 I_3 \eta^4 - (l_1 I_1 + l_2 I_3) \eta^2 + 1}.$$

Ist $M = 600$ mkg und $\eta = 4 \omega_0 = 40 \pi$ 1/s, so wir Schwingungsamplitude

$$A_1 = \pm \frac{0{,}000\,960}{1 - \dfrac{I_2}{130{,}65}},$$

und jedes Trägheitsmoment des Schwungrades zwis $I_2 = 0$ und $I_2 = 2 I_{krit} = 261{,}3$ mkg s² ist für den ru Gang des Stromerzeugers schädlich. Mit $I_2 = 0$ wird $= 233{,}5$ oder um 86 vH größer als $\eta = 40\pi$. Mit $I_2 =$ wird $\eta_{krit} = 117{,}4$ oder um 7 vH geringer als $\eta = 40\pi$.

Wirkt auf die Maschine z. B. das Moment

$$M = [600 \sin (4 \omega_0 t) + 200 \sin (8 \omega_0 t) + 100 \sin (12 \omega_0 t)]$$

Abb. 3
Schwingungsamplitude des Stromerzeugers als Funktion vom Trägheitsmoment des Schwungrades

so folgen die Schwingungen des Stromerzeugers der Gleichung

$$\varphi_1 = -\frac{0{,}000\,960}{1-\frac{I_2}{130{,}65}}\sin(4\,\omega_0\,t) + \frac{0{,}000\,362}{1+\frac{I_2}{4{,}76}}\sin(8\,\omega_0\,t) + \frac{0{,}000\,008}{1-\frac{I_2}{25{,}45}}\sin(12\,\omega_0\,t).$$

Mit $I_2 \sim 25{,}45$ mkg s² tritt Resonanz mit dem dritten Gliede der Momentengleichung auf; für andere Werte von I_2 spielt dieses Glied keine Rolle. Das zweite Glied ändert für große Werte von I_2 die Schwingungsamplitude nur wenig, für kleine Werte von I_2 wird die Amplitude durch dieses Glied ein wenig vergrößert. Auch die Abgrenzung des für I_2 schädlichen Gebiets wird dadurch ein wenig verändert. In Abb. 3 ist die entsprechende Schwingungsamplitude als Funktion von I_2 dargestellt. Die gewöhnliche Berechnung des Ungleichförmigkeitsgrades einer Maschine setzt voraus, daß die Welle starr ist. Die entsprechende Schwingungsamplitude ist in Abb. 3 auch angegeben; es zeigt sich, daß die übliche Berechnung ganz falsche Ergebnisse liefert. [B 274]

(Ge)meinschaftssitzung der Fachausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute

Zwei äußerst bemerkenswerte Vorträge wurden in (die)ser Sitzung, die am 22. Mai 1927 in Düsseldorf stattfand, (geh)alten.

Dr. C. Krauch, Direktor der J.-G. Farbenindustrie (A.)G., Ludwigshafen, sprach über

(Tec)hnische und wirtschaftliche Betrachtungen über Kohle(ver)edlung unter besonderer Berücksichtigung der Hochdruckverfahren.

Die Überführung der Kohle in flüssige Brennstoffe, in (we)iterem Sinn aber auch die Gewinnung von Düngemitteln (au)s Luftstickstoff mittels der Ammoniaksynthese haben als (Ko)hleveredlung zu gelten, da die Kohle der einzige kost(bar)e Ausgangstoff ist. Zahlreiche technische Verbesserun(ge)n bei der Synthese des Ammoniaks nach dem Verfahren (vo)n Haber-Bosch, sowie bei der Weiterverarbeitung des Am(mo)niaks auf die verschiedenen Stickstoff-Düngesalze, die die (J.-)G. Farbenindustrie in den Handel bringt, haben dazu bei(get)ragen, daß die Preise wesentlich unter die Vorkriegs(pre)ise gesenkt wurden und daß der Verbrauch an Stickstoff (dur)ch die Landwirtschaft bedeutend gestiegen ist.

Die verschiedenen Verfahren zur Verflüssigung der (Ko)hle wurden dann einzeln behandelt. Ausgehend von dem (Ve)rfahren der trockenen Destillation von Steinkohle und (Br)aunkohle erörterte der Vortragende die Untersuchungen (der) Badischen Anilin- und Sodafabrik, bei denen mittels (Ka)talysatoren flüssige Erzeugnisse aus der Kohle herge(ste)llt werden. Sie führten zur Methanolsynthese, zur Ge(wi)nnung von höheren Alkoholen und von Kohlewasser(sto)ffen als Reaktionsstoffe. Auf diesem Gebiete liegen (auc)h die Arbeiten von Prof. Fischer. Aussichtsreicher (sch)einen jedoch die Verfahren der unmittelbaren Hydrie(ru)ng der Kohle. Durch die Arbeiten von Prof. Bergius (wu)rde der Beweis erbracht, daß elementarer Wasserstoff an (Ko)hle verschiedener Herkunft angelagert werden kann und (da)ß hierbei in der Hauptsache flüssige Erzeugnisse ent(ste)hen. Bei dem Verfahren der J.-G. Farbenindustrie, das (je)tzt in einer auf dem Gelände der Leuna-Werke im Bau (bef)indlichen Anlage in größerem Maßstab erprobt werden (sol)l, kann man durch Verwendung verschiedenartiger Kata(lys)atoren verschiedene flüssige Erzeugnisse erhalten.

Die für die Eisenhüttenindustrie wichtige Frage

Gasmaschine oder Dampfturbine

(wu)rde von zwei Rednern behandelt. Dir. E. Hinderer, (Ha)mborn, behandelte die Entwicklung der Gasmaschine (vo)n ihren ersten Anfängen bis zu den heutigen Großgas(ma)schinen mit Kühlung und Abhitzeverwertung. Er ging (dab)ei auf den Wärmeverbrauch der Gasmaschine und der (Da)mpfturbine ein und behandelte die Wirtschaftlichkeit (bei)der Maschinenarten an mehreren Beispielen, indem er die Betriebs-, Kapital- und Wärmekosten berücksichtigte. Aus einer Übersicht über die im letzten Jahrzehnt aufgestellten Gasmaschinen und Dampfturbinen ging hervor, daß sich bis heute in den deutschen Hüttenwerken die Dampfturbine gegenüber der Gasmaschine noch nicht durchgesetzt hat, daß man sie aber in erhöhtem Maße zum Spitzenausgleich und zur Bereitschaft heranzieht. Die Gasmaschine wird für den Antrieb von Gebläsen, Kompressoren und umlaufenden Pumpen im alten Umfange verwendet, in der Verwendung als Antriebsmaschine für die elektrische Krafterzeugung ist ihr jedoch in der neuzeitlichen Dampfturbine eine Wettbewerberin entstanden.

Dir. Dr.-Ing. H. Wolf, Duisburg, sprach über die Entwicklung der Dampfturbine. Mit dem Ausbau der Hüttenkraftwerke zu Großkraftwerken tritt die Dampfturbine als Großkraftmaschine auch für die Eisenhüttenwerke in den Vordergrund, besonders da der Dampfbetrieb in den letzten Jahren sehr große Fortschritte gemacht hat. Bei den Dampfkesseln hat man die Leistungen gesteigert und den Wirkungsgrad bedeutend verbessert. Bei den Turbinen hat man Druck und Temperatur des Dampfes erhöht, durch Vorwärmen des Speisewassers mit Hilfe von Anzapfdampf den thermischen Wirkungsgrad verbessert, die Leistungen erhöht, den Platzbedarf verringert und für die Gesamtanlage die Anlagekosten vermindert.

In der Großkrafterzeugung nimmt die Dampfturbine heute eine überragende Stellung ein. Die außerordentliche Steigerung der Leistung in der einzelnen Maschine hat jedoch für die Eisenhüttenwerke zur Zeit nur begrenzte Bedeutung, es sei denn, daß man die Kraftwerke benachbarter größerer Hütten zusammenfaßt und sie zu einem Großkraftwerk ausbaut. Die deutsche Entwicklung im Dampfturbinenbau während der letzten 20 Jahre zeigt eine Steigerung des Dampfdruckes von 15 auf 40 at und der Dampftemperaturen von 300 auf 425 °; der Dampfverbrauch hat sich von 10 auf weniger als 4 kg/kWh verringert. Die Leistung, bezogen auf 1 m² Grundfläche, ist von 150 auf 700 kW und die Leistung der Einzelgruppe von 5000 auf 70 000 kW gestiegen. Sollte es der Technik gelingen, durch Steigerung des Dampfdruckes den Wärmeverbrauch auf den der Gasmaschine herabzumindern, so wird der Dampfkraftbetrieb wirtschaftlicher. [N 730] Gw.

Kompressoren für große Kälteleistungen

Berichtigung

In diesem Aufsatz sind auf S. 1148 die Unterschriften der Abbildungen infolge eines Versehens vertauscht worden. Unter Abb. 12 muß es heißen: *a* Verdampf-Temperatur — 20 °, *b* Verdampftemperatur — 15 °, und unter Abb. 13 muß es heißen: *a* Verdampf-Temperatur — 10 °, *b* Verdampf-Temperatur — 5 °. [N 748]

Entsandungsanlagen für Wasserkraftwerke

Von Ingenieur J. Büchi, Zürich

Durch eine zweckmäßige und zuverlässige Entsandung von Wasserkraftanlagen wird nicht nur die Abnutzung der Turbinen verringert, sondern es werden auch die übrigen Wasserwerkteile geschont, und die Fließgeschwindigkeit des Wassers in den Kanälen kann gesteigert werden, ohne daß ein Angriff der Wandungen und der Sohle zu befürchten ist — Die Versandung von Staubecken kann verlangsamt werden — Anlagen nach der Bauart des Verfassers, bei denen der Sand in einzelnen parallelen Kammern dank einer Beruhigungsvorrichtung und einer Abzugvorrichtung für das gereinigte Wasser auf die Sohle abgesetzt und von dort in regelmäßigen Zwischenräumen abgeschwemmt wird — Nachweis für die Leistungsfähigkeit auf Grund von Abnahmeversuchen

Ein wesentlicher Bestandteil der Wasserfassungen, besonders bei Hochdruckwerken, sind die Entsandungsanlagen. Der Sand soll aus dem Betriebswasser entfernt werden, damit der rasche Verschleiß der Turbinen verhindert wird: Bei ungenügender Entsandung können diese Kosten der Turbinenabnutzung, abgesehen von den lästigen Betriebstörungen, die durch die wendige Auswechslung der beschädigten Turbinent bedingt werden, erhebliche Beträge erreichen.

Auch für die möglichst lange Lebensdauer der ü gen Bauwerkteile, wie z. B. des Verputzes in den Zu tungskanälen und Stollen, der Überlaufleitungen und

Abb. 1 und 2
Entsandungsanlage der Wasserfassung am Kärstelenbach

Abb. 3 Entsandungsanlage der Wasserfassung an der Landquart, Bauart Büchi

uckleitungen, ist es bei den heute üblichen großen ömgeschwindigkeiten wichtig, daß der Sand vor dem tritt des Wassers in diese Kanalteile ausgeschieden rd. Eine gute Entsandung erlaubt dann, die Geschwin keit in den Kanälen und Stollen bei Hochdruckanlagen steigern und so durch Verkleinerung der Querschnitte Kanäle und Stollen in den Anlagekosten Ersparnisse erreichen. Bei Werken mit Staubecken kann dadurch, an geeigneter Stelle dem Staubecken eine Entsan gsanlage vorgeschaltet wird, das Versanden des ichers verhindert oder doch wesentlich verlangsamt rden.

Je größer das Druckgefälle einer Wasserkraftanlage um so bedeutender ist unter sonst gleichen Verhält sen die abschleifende Wirkung des Sandes auf die rbinen. Dementsprechend sollte bei höheren Gefällen Entsandung weitergehen. Dabei lassen sich trotzdem diesen Fällen Entsandungsanlagen mit verhältnismäßig ingen Kosten errichten, da es sich hierbei gewöhnlich verhältnismäßig kleine Betriebswassermengen handelt.

Früher sind Entsandungsanlagen meistens als klei re oder größere offene Klärbecken gebaut worden, aus en der Schlamm und Sand durch Schützen in bestimm Zeitabständen mehr oder weniger gut abgeschwemmt rden konnte. Die Erfahrung mit diesen alten Anlagen riedigte aber in der Regel nicht und hat gezeigt, daß rmit keine zweckmäßige Entsandung des Wassers eicht werden konnte.

Die Entsandungsanlagen der Bauart Büchi bezwecken n, mit möglichst geringem Platzbedarf den Sand mit herheit bis zu einem weitgehenden Grade der Fein t abzusetzen und schadlos abzuführen. Im folgenden len an der Hand der ausgeführten Anlage Kärste nbach des Kraftwerkes Amsteg der Schweizerischen ndesbahnen, Abb. 1 und 2, die Einrichtungen, die rgänge und der Wirkungsgrad einer solchen Entsandungsanlage kurz erläutert werden. Bei dieser Ausführung liegen die einzelnen Entsandungskammern parallel zum Fluß; das Betriebswasser wird ihnen durch einen besonderen Einlauf und einen Verteilkanal zugeführt.

Die Entsandungsanlagen können auch unmittelbar als Einlauf ausgebaut werden und dienen dann zugleich als wirksame Kiesablässe, wie z. B. die Entsandungsanlage an der Landquart bei Klosters des Kraftwerkes Klosters-Küblis der A.-G. Bündner Kraftwerke, Abb. 3. In die Kammern eintretender Kies wird vollständig ausgeschieden und abgeschwemmt, so daß man besondere Kiesablässe sparen kann.

Das sandhaltige Wasser gelangt durch die mit einer Schütze verschließbare Öffnung in die Entsandungskammer und fließt hier durch einen Verteilrechen. Dieser verteilt den Wasserstrom möglichst gleichmäßig auf den ganzen Querschnitt der Kammer. Am besten wird dies durch einige hintereinandergestellte Reihen von senkrechten Röhren oder Stäben erreicht. Das Wasser fließt dann in ruhiger gleichmäßiger Strömung von diesem Verteilrechen durch die Kammer nach dem am unteren Ende befindlichen Überfall und über diesen in den Reinwasserkanal. Hierbei setzt sich der Sand allmählich auf die Sohle ab und wird von Zeit zu Zeit bei entleerter Kammer durch den Sandablaß abgeschwemmt.

Um nun die Länge der Entsandungskammer zu vermindern, fügt man einen Abzugboden hinzu. Dieser schließt sich an den Überfall am Ende der Kammer an und erstreckt sich schräg auf- und rückwärts gegen den Verteilrechen hin. Er besteht meistens aus einem einfachen Bretterbelag mit entsprechend angeordneten Zwischenräumen. Diese sind so verteilt, daß das entsandete Wasser ungefähr gleichmäßig auf der ganzen Länge des Abzugbodens hindurchtritt und in scharfer Strömung nach dem Überfall abfließt. Dabei

Abb. 4
Wirkungsgrad der Entsandungsanlage Kärstelenbach, Entsandungsraum 73 m³ auf 1 m³/s Betriebswasser, Leistungsfähigkeit einer Kammer 1,4 m³/s

Zugegebene Sandmenge $\frac{672 \text{ kg}}{32 \text{ min} \times 14 \text{ m}^3/\text{s}} = 0{,}259$ l

a erreichte Ausscheidung beim Versuch
b gewährleistete Ausscheidung

wird das vom Sand gereinigte Wasser an der Oberfläche nach und nach dem Querschnitt entzogen. Das Wasser unterhalb des Abzugbodens fließt gegen das Ende der Kammer hin immer langsamer, und der Sand setzt sich dann entsprechend immer mehr ab. So fließt beispielsweise im Kammerquerschnitt in der Mitte des Abzugbodens bereits die halbe Wassermenge über die Abzugbretter, und im eigentlichen wirksamen Kammerquerschnitt unterhalb des Abzugbodens ist infolgedessen die Wassergeschwindigkeit bereits auf ungefähr die Hälfte vermindert.

Die Bedienung der Entsandungsanlage ist einfach und kann in der Regel vom Einlaufwärter selbst besorgt werden. Höchstens während der kurzen Zeit ungewöhnlich starker Sandführung muß bei Anlagen mittlerer Größe unter Umständen ein Hilfsarbeiter zugezogen werden. Bei länger dauernder Sandführung, die regelmäßig in den Alpengewässern im Sommer eintritt, genügt aber in der Regel die ein- bis zweimalige Spülung einer Kammer während 24 Stunden.

Wenn besondere Verhältnisse es notwendig machen, kann auch eine dauernde Spülung eingerichtet werden, indem die Sandablaßschützen am Ende der Kammern ständig etwas offen bleiben. Eine Dauerspülung wirkt aber stets insofern etwas ungünstig, als sie die durch die Kammer fließende Gesamtwassermenge erhöht und so die Geschwindigkeit vergrößert, so daß sich weniger Sand als sonst absetzt.

Zur Bestimmung des Wirkungsgrades muß zahlenmäßig nachgewiesen werden, wie viel von dem im zulaufenden Wasser enthaltenen Sand bei normaler Belastung für verschiedene Korngrößen ausgefällt wird. Dies läßt sich bei trübem, sandhaltigem Wasser praktisch nicht genügend genau nachweisen, weil die genaue Messung des mittleren Gehaltes an Sand von bestimmter Korngröße im eintretenden Wasser sehr schwierig ist; denn der Sandgehalt an den verschiedenen Stellen eines bestimmten Querschnittes ist sehr verschieden und kann so von Zufälligkeiten abhängen, daß von der Sandmessung in wenigen Punkten nicht auf das Mittel des Sandgehaltes im entsprechenden Querschnitt geschlossen werden kann. Außerdem schwankt die Sandführung bekanntlich im Lauf eines Tages sehr stark. Die Fehler, die man bei zeitlich auseinanderliegenden Messungen des Sandes in trübem Wasser macht, sind daher zumeist viel größer als die zulässigen Fehler des gewünschten Endergebnisses.

Aus diesen Gründen wird der zahlenmäßige Nachweis des Wirkungsgrades bei den Entsandungsanlagen nach Büchi dadurch erbracht, daß bei klarem Wasser Sand

Zahlentafel 1
Abnahmeversuch vom 3. Oktober 1924

1. Untersuchung der Sandproben

Korngröße mm Dmr.	Zwei Proben des zugegebenen Sandes A		Zwei Proben des au[sge]schiedenen Sandes	
	g	vH	g	vH
> 1,56	20,15	1,09	22,00	1,2
1,56 bis 1,07	92,67	5,01	119,91	6,8
1,07 „ 0,71	145,41	7,85	174,68	10,0
0,71 „ 0,42	445,99	24,10	537,58	30,9
0,42 „ 0,31	421,77	22,80	439,05	25,2
0,31 „ 0,16	511,41	27,65	384,00	22,0
< 0,16	213,14	11,50	61,34	3,5
Zus.:	1850,54	100,00	1738,56	100,0

2. Ausgeschiedene Sandmenge in Hundertteilen des zu gegebenen Sandes

Korngröße mm Dmr.	Zugegebener Sand	Ausgeschiedener San[d]	
	kg	kg	vH
> 1,56 (zufällig)	7,3	6,1	(83,5)
1,56 bis 1,07	33,7	33,2	98,5
1,07 „ 0,71	52,8	48,3	91,9
0,71 „ 0,42	162	148,9	91,8
0,42 „ 0,31	153,2	121,3	79,2
0,31 „ 0,16	185,7	106,2	57,2
< 0,16	77,3	17,0	22,0
Zus.:	672,0	481,0	71,5

örtlich und zeitlich möglichst gleichmäßig vor dem V teilrechen künstlich zugegeben wird, und zwar in ei dem sandhaltigen Wasser des Flusses ungefähr e sprechenden Menge. Nach Verlauf des Versuches w die Kammer abgestellt, sorgfältig entleert und der der Sohle abgesetzte Sand untersucht. Der Vergle dieser abgesetzten Sandmengen mit den zugegebe Sandmengen ergibt dann die Anteile des abgesetz Sandes, nach den verschiedenen Korngrößen geord und somit den Wirkungsgrad der Entsandungsanlage einer bestimmten Betriebwassermenge.

In Zahlentafel 1 und Abb. 4 ist das Ergebnis Abnahmeversuches an der Entsandungsanlage Kärste bach des Kraftwerkes Amsteg dargestellt[1]). Sie ist eine Betriebswassermenge von 7 m³/s gebaut und hat dieser Belastung einen Entsandungsraum von 511 m³; Gesamtgefälle des Kraftwerkes Amsteg beträgt rd. 28 Beim Versuch sind ausgeschieden worden:

98,5 vH des Sandes von 1,56 bis 1,07 mm Korndurchmes
91,5 „ „ „ „ 1,07 „ 0,71 „ „
91,8 „ „ „ „ 0,71 „ 0,42 „ „
79,6 „ „ „ „ 0,42 „ 0,31 „ „
57,2 „ „ „ „ 0,31 „ 0,16 „ „

so daß der gewährleistete Wirkungsgrad der Anlage wesentlichen erheblich übertroffen worden ist. Beim V such sind mehr Siebweiten als vorgesehen zur Unt suchung des Sandes verwendet worden, so daß für e größere als die gewährleistete Anzahl von Abstufun der Sandkorngrößen der Anteil des ausgeschiede Sandes ermittelt werden konnte. Daß die Mengen S von der Korngröße 0,71 bis 1,07 mm, um einige vH un der gewährleisteten Kurve liegen, ist vermutlich auf e rein zufällige Störung zurückzuführen und bezieht s nur auf einen kleinen Teil der gesamten zugegebe Sandmenge.

An der Entsandungsanlage des Borgnewerk Wallis, Schweiz, der Aluminium-Industrie-A.-G., N hausen, sind bei einem Versuch mit teilweiser Belast einer Kammer bei 217 m³ auf 1 m³/s ausgeschieden word

100 vH des Sandes über 0,8 mm Korndurchmes
98 „ „ „ von 0,8 bis 0,6 „ „
95 „ „ „ „ 0,6 „ 0,3 „ „
80 „ „ „ „ 0,3 „ 0,15 „ „

[1]) Vergl. Bestimmung des Wirkungsgrades einer Entsandung lage. Schweizerische Bauzeitung Bd. 69 (1917) S. 281.

[B 508]

Herstellung der Glühlampenkolben auf rein maschinellem Wege

Von Dipl.-Ing. Dr. Alfred Karsten, Berlin

Die erste Anlage für maschinelle Herstellung von Glühlampenkolben auf dem europäischen Festland — Das Herstellungsverfahren und die wichtigsten Maschinen und Vorrichtungen des Werkes

Abb. 1
Anlage der Osram-Gesellschaft in Berlin-Siemensstadt

nde März 1927 wurde das neue Maschinenglaswerk der Osram-Gesellschaft (vereinigte Glühlampenfabriken AEG, Siemens & Halske, Osram-Werke) eineiht. Für die Entwicklung der Glühlampenherstellung iermit ein bedeutsamer Schritt zur Vervollkommnung, nders in der Massenherstellung, getan. Bisher wurden meisten der in vielen Millionen erzeugten Glaskolben , wie der Laie sagt „Glasbirnen", mit der Lungenkraft Glasbläsers geblasen. Das ist nicht nur eine sehr annigende und gesundheitschädliche Arbeit, sondern sie sprucht auch eine große Geschicklichkeit der ffenden Arbeiter. Deshalb läßt sich diese Industrie nicht an jeden beliebigen Ort verpflanzen. So waren Osram-Werke bisher genötigt, die Kolben aus Weißser, ihrer dortigen Anlage, zu beziehen, um sie hier h Einsetzen des Leuchtdrahtes und Auspumpen der fertigzustellen.

Glasblasemaschinen für die Flaschenindu- kannte man schon lange. Das erste Patent stammt England; es wurde im September 1887 unter Nr. 47 570 eutschland erlangt, während das erste deutsche Patent 58 961 im Januar 1891 erschien. Im ganzen dürften 80 deutsche Reichspatente und noch mehr amerische Patente über diese Maschinen bestehen. Im e 1911 erhielt unter Nr. 277 469 die Westlake European hine Company in den Vereinigten Staaten ein Patent. Grund dieses Patentes vervollkommnete man die Mane so weit, daß sie sich in der Praxis zur Herstellung Kolben — d. h. Glashohlkörper mit rd. ¾ mm dicken dungen von möglichst großer Gleichmäßigkeit — berte, und die Osram-Gesellschaft erwarb vor zwei en das Benutzungsrecht für Deutschland. Die nunmehr iemensstadt errichtete Anlage, Abb. 1, die 75 000 m² he bedeckt, ist die einzige auf dem Festlande rein maschinellen Massenherstellung von lampenkolben und gleichzeitig eine Musteranlage, die den neuesten Errungenschaften der Wissenschaft und nik arbeitet. Die Anlage steht unter der Leitung von . Gehlhoff. In der jetzt bestehenden Fabrik veriten drei Westlake-Maschinen das Glas zu Kolben. Leistung einer derartigen Maschine, die ununterhen läuft und in drei Schichten bedient wird, be- täglich rd. 50 000 gute Kolben, also die Gesamtleig der Anlage rd. 1 Mill. Kolben in jeder Woche, d. h. etwa 40 bis 45 Mill. Kolben in einem Jahr. Die Erzeugung dieser Mengen von Glühlampenkolben verlangt einerseits einen großen Aufwand von Energie zu ihrer Verarbeitung, anderseits Herbeischaffung und Bereitstellung der geeigneten Rohstoffe.

Die Anlage arbeitet wie folgt: Im Generatorenhaus (links in Abb. 1) erzeugt man das zur Beheizung der Glasschmelzwanne und der Nebenanlagen erforderliche Gas. Das Gemengehaus (rechts) dient zur Aufnahme der zur Herstellung des Glases erforderlichen Rohstoffe, ihrer Abwägung und Mischung in den gewünschten Gewichtverhältnissen. Die 900 m² große Ofenhalle ist der Bau (in der Abbildung links neben dem Schornstein), worin sich die Wanne zum Schmelzen des Gemenges zu verarbeitbarem Glas befindet, ferner die Westlake-Blase-

Abb. 2. Wägekarren mit Dinse-Wage

Abb. 3
Mischtrommel für Rohstoffe

Maschinen, die Abschmelzmaschinen, Kühlöfen und Temperöfen, schließlich der Sortier- und Prüfraum der fertigen Kolben, Packerei und Lager.

Das Werk hat Anschluß an das Industriegleis und erhält Rohstoffe durch die Bahn. In dem Gemengehaus befinden sich zur Aufnahme der einzelnen Stoffe große Bunker mit einem Fassungsvermögen bis zu 20 000 kg. Die Rohstoffe sind: eisenfreier Sand, der zweckmäßig etwas tonhaltig ist und aus der Altmark herangeschafft wird, ferner schlesischer eisenfreier Dolomit, Baryt, Soda, Pottasche; es wird also ohne Bleiglas gearbeitet. Die Scherben, die im Betrieb abfallen, und die man zur besseren Verflüssigung des Glases stets den Rohstoffen beifügt, werden in einem Brechwerke zerkleinert und gelangen mittels Becherwerkes ebenfalls in einen großen Bunker, von wo aus sie in bestimmten Gewichtverhältnissen dem Gemenge zugesetzt werden.

Zur Herstellung der gleichmäßigen Mischung w die Rohstoffe aus den Bunkern in die Wägekarren, di Aufnahme der verschiedenen Stoffe bestimmt sind schüttet, Abb. 2. In zweckmäßiger Weise ist hier die des selbsttätigen Wägens gelöst. Die Wage ist ein genannte Zusatzwage, bei der jede Dezimalstelle b ders eingestellt ist. Ist sie ausgeglichen, was an Zunge hinter einem Fenster auf der Wage sichtbar so kann ein Druckgerät betätigt werden. An den Bu verschlüssen sind die einzustellenden Gewichte Kreide angeschrieben, und zwar immer so, daß be nächstfolgenden Rohstoffentnahme immer nur der schuß angegeben ist. Wurde z. B. 50 kg Dolomit in Karren abgelassen und werden 80 kg Soda gebraucl liest man an dem Sodabunker 130 kg ab. Der Arbeite also jeweils nur auf diese Zahl einzustellen; hat er genug oder zuviel eingewogen, so läßt sich das Druck nicht betätigen. Hierdurch erreicht man die außeror lich wichtige Überwachung des stets gleichmäßigen wägens der Rohstoffe. Derartige Wagen werden vo Dinse-Maschinenbau-A.-G., Berlin-Reinickendorf, herge

Die gesamten Rohstoffe werden zum Zweck guten Mischung in einer schnell umlaufenden Mi trommel, Abb. 3, die das Krupp-Gruson-Wer Magdeburg herstellt, 2 bis 5 min lang gemischt un einen Vorratbunker geschafft. Das fertige Gemenge den Scherben gelangt nunmehr auf Wagen zur Sch wanne. Die Gemengebereitungsanlage schafft in Stunden das Gemenge für eine Wanne. Der tägliche D satz der Wanne beträgt je nach Leistung der Masc 15 bis 20 000 kg Gemenge.

Die Wanne, Abb. 4, ist ein aus großen Cha blöcken, die z. B. die Firma Didier, Stettin, her zusammengesetztes Becken, das durch ein Eiseng zusammengehalten wird. Die Grundfläche der eigentl Schmelzwanne beträgt 30 m² und die der Arb wanne rd. 20 m² bei etwa 1 m Tiefe. Beide Wannen ohne Mörtel zusammengesetzt; die Fugen dichten sich selbst durch das eindringende schmelzende Glas, das Abkühlen erstarrt. Die Herstellung einer solchen W erfordert etwa dreiviertel Jahre, sie hält wohl ein anderthalb Jahre.

In dieser Schmelzwanne wird nun das Gemeng etwa 1400 °C eingeschmolzen. Schmelz- und Arbeitsw

Abb. 4
Wannenraum mit Kolbenblasmaschine und 3 Brennern im Vordergrunde

n zwar ein gemeinsames
ppengewölbe (Aufsatz) aus
assteinen, doch sind die Glas-
gen voneinander getrennt.
ist nötig, weil das Glas in
Arbeitswanne eine niedri-
Temperatur haben muß, als
er Schmelzwanne, da es sonst
die Verarbeitung zu dünn-
sig wäre. Die Trennung
et eine sogenannte Brücke,
am Boden der Wanne einen
chlaß, den sogenannten Hals,
Durch diesen strömt das Glas
der einen zur andern (der
eits-)Wanne. Dabei werden
Unreinlichkeiten, die auf
Glase schwimmen, in der
nelzwanne zurückgehalten.
Inhalt der Wanne beträgt
1300 t Glas. Die Wanne ist im
geschoß aufgestellt und ruht
ihrem Eisenrost auf Ziegel-
ern; diese stehen in
r gleich großen, mit Was-
gefüllten Wanne zu ebener
e, die bei Undichtwerden der
nelzwanne oder bei Ausbes-
ngen das flüssige Gas auf-
mt. Die Wanne wird mit
rflammen unter Verwendung
drei Brennern geheizt. Jeder
nner hat seine eigenen Kam-
n und Wechselvorrichtun-
so daß man ihn für sich ein-
en und abstellen und Ausbes-
ngen daran vornehmen kann.
durch hat man in gewissem
ange die Temperaturvertei-
g in der Wanne in der Hand.
Heizgase und die Verbren-
gsluft und damit auch die
itzegase nehmen halbstünd-
den umgekehrten Weg. Die
enwände der Wanne sowie
Brenner können nach Be-
durch Anblasen mit kalter
gekühlt werden.

Abb. 5
Kolbenblasmaschine mit zwei Armen (oben auf der Maschine die beiden Arme mit Kühlung)

Die erhebliche Abhitze des Schmelzofens wird auch
endet, um in einem Abhitzekessel Dampf zu erzeugen.
er dient zum Betrieb einer 100 PS leistenden Dampf-
chine, die einen Drehstromerzeuger antreibt. Der auf
e Weise gewonnene Strom genügt, um alle wichtigen
chinen, Luftverdichter und Luftsauger der Fabriken in
g zu halten.

Dicht an der Wanne sind die drei K o l b e n b l a s-
s c h i n e n aufgestellt, mit denen das Werk vorläufig
itet. Eine von diesen bewegt zwei Arme, Abb. 5, wäh-
die beiden andern, Abb. 6, je 24 Arme haben. Jede
chine wiegt etwa 45 000 kg und kostet über ¼ Mill. RM.
Arbeitsweise ahmt in weitgehender Weise das Blasen
Kolben mit der Hand nach; erbaut sind sie von der
eral Electric Co., New York.

Die Arbeitsweise der Maschinen[1]) ist wie folgt:

Die Saugarme holen sich bei dauerndem Drehen der
chine aus der Wannenöffnung durch Berührung der
oberfläche unter Ansaugen in ihre Saugnäpfe die zur
stellung eines Kolbens erforderliche Glasmenge und
n sie an die Pfeifen (Glasmacherpfeifen) ab. Sofort
uf beginnen sich die Arme, die die Pfeifen mit den
portionen tragen, zu drehen, und zwar zuerst um 90°
dann nochmal um 90°, so daß nun ihre Öffnungen
unten stehen. Durch die Wirkung des Eigengewich-
und mittels Druckluft wird die Vorformung des Glas-
ens bewirkt, der sogleich unter Senken der Pfeife in
darunter befindlichen Halbteile der Eisenform gelangt.
beiden Formenhälften schließen sich selbsttätig, sobald
der rotglühende Glasposten, der noch an der Pfeife hängt, sich zwischen den Eisenformen befindet. Mittels Druckluft wird das Glas nunmehr fertig zum Kolben geblasen. Nach einer weiteren Drehung der Maschinen um 45° öffnen sich Form und Pfeife, und der Glaskolben fällt aus der Maschine auf ein Förderband.

Wie schon vorher erwähnt, arbeiten zwei Sorten von Kolbenglasmaschinen, eine mit 24 und eine mit zwei Saugarmen, letztere die „Einarmmaschine" genannt; sie hat, Abb. 5, eine Kühlvorrichtung, in die das einzige Paar von Saugarmen ein- und ausgeht. Diese Anordnung, die kostspieliger ist, soll bessere und gleichmäßigere Ergebnisse zeigen. Die beiden Saugarme machen naturgemäß die Umdrehungen der Maschine nicht mit, sondern versehen beim Umlaufen der Maschine jedes neu ankommende Pfeifenpaar mit dem Glasposten. Die Einarmmaschine bedeutet eine Vereinfachung gegenüber der andern Bauart, die eine besondere Luftpumpe erfordert, während hier das Vorstoßen der Saugarme die Luftleere erzeugt.

Der fertige Kolben fällt auf ein Förderband und wird zur Abschmelzmaschine, Abb. 7, gebracht, die selbsttätig mittels Stichflammen die „Kappen", d. h. die überschüssigen Glasteile entfernt. Dann durchlaufen die heißen Kolben einen Kühlofen von 7 m Länge (Temperofen), der beim Einlaß etwa 400° bis 600° Temperatur aufweist, am Ende nur noch 150° hat, zwecks Beseitigung der im Glas etwa vorhandenen Spannungen. Am Ende dieses Tunnelofens werden die Kolben von den Sortierern auf Form- und Glasfehler geprüft. Die fertig abgeschmolzenen Kolben werden mittels eines Polarisationsapparates in polarisiertem

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1611.

Abb. 6. Kolbenblasmaschine mit 24 Armen

Licht auf Spannungen untersucht; diese sind vorhanden, falls der Kolben im polarisierten Licht violette Streifen aufweist.

Hiermit ist die Herstellung der Kolben beendet; sie werden verpackt und in die eigentlichen Glühlampenfabriken befördert.

Abb. 7. Abschmelzmaschine mit endlosem Förderband, rechts der Kühlofen

Die Fließarbeit, d. h. die Herstellung auf kürz
Weg in ununterbrochenem Gang und unter Berück
tigung der geeigneten Aufstellung und Reihenfolge der
schinen und Geräte ist in diesem Werke folgerichtig d
geführt und mustergültig gelöst worden. Mit dem erfo
lichen Nebenpersonal werden in der Fabrik etwa 7
80 Menschen beschäftigt. Hiervon sind ungefähr die I
Arbeiterinnen zum Sortieren und Einpacken. Um die
Menge Kolben durch Handarbeit herzustellen, m
300 Glasbläser und insgesamt etwa 500 Menschen
sein.

Zum Schluß noch ein Wort über die Kraftversor
und Hilfseinrichtungen des Werkes. Außer der bereit
wähnten Dampfmaschine, die mit einem Stromerzeuge
kuppelt ist, hat die Anlage einen Transformator zum
wandeln des städtischen Drehstromes auf 220 V Spann
außerdem einen Umformer zur Erzeugung von Gleichs
mehrere Motoren und Luftverdichter, einen Gasverdic
drei Ventilatoren zur Kühlung der Westlake-Masch
mehrere Luftsauger und eine Pumpe für die Glas
maschinen zur Erzeugung einer starken Luftleere zum
saugen des Glases. Ein Luftverdichter dient zur He
lung von Druckluft von 2 bis 3 at für die „Ein
maschine" zur Betätigung des Doppelsaugarmes.

Die Gaserzeugungsanlage mit zwei Pintsch-Dreh
generatoren ist besonders dadurch bemerkenswert,
die ausgebrannte Asche aus dem ständig ausla
den Drehrost durch Schaufeln selbsttätig ent
wird. Die Gaserzeuger verbrauchen täglich 30 t Br
kohlenbriketts. [B 44

Kunstharze als Baustoffe

Von W. Demuth, beratendem Ingenieur,
Berlin-Friedrichshagen

om Porzellan ging die Elektrotechnik im Bau ihrer ionsteile für Klemmleisten, Brücken, Schaltersockel teilweise zur Benutzung von leichter verformbaren und nachbearbeitbaren Naturerzeugnissen über, so zu ack, Glimmer, Gummi sowie Asphalt oder auch als Nebenerzeugnis aus der Verarbeitung der Kohlen. rfahrungen hiermit waren hinsichtlich der Konstrukmöglichkeiten befriedigend, die Anwendungen sehr itig, doch konnten die Erzeugnisse den nicht zu um den Wärmeeinwirkungen nicht standhalten. Ein Über zu zellonartigen Massen brachte Fortschritte, doch die Wärmebeständigkeit dieser Stoffe ebenfalls nicht o daß nach andern Mitteln gegriffen werden mußte. ur Zeit verwendet man als hochwertige Preßstoffe ausschließlich Kunstharze; unter diesen wiederum t infolge seines weitreichenden Patentschutzes, der ine besonders wirtschaftliche Art der Verarbeitung ein ßt, das Bakelite eine ganz überragende Stellung ein. ie Bezeichnung ist dem Erfindernamen Baekeland ebildet. Baekeland ist Vlame, führte aber seine ersten ten in Amerika durch und nahm auch dort die ersten te, wodurch die Meinung aufkam, es handle sich um Einfuhrstoff. Tatsächlich wird das Bakelite hier in hland aus deutschen Urstoffen von einer deutschen [1]) erzeugt.

as Bakelite ist ein rein chemisches Erzeugnis der nsation von Phenol oder Kresol und Formaldehyd, die teinkohle und Holz gewonnen werden; es wird in gem oder festem Zustand hergestellt, hat eine gelbe aune Farbe und ist in dieser ersten Stufe schmelzbar, und auch nicht säurefest. Erst durch die weitere beitung erhält man über eine Mittelstufe, in der es nicht mehr schmelzbar und schwerer löslich, doch quellbar ist, das Enderzeugnis, das hervorragende schaften, und zwar Unschmelzbarkeit, Unlöslichkeit in llen Lösungsmitteln, hohe Isolationsfähigkeit, Festig Ölbeständigkeit, Wärmebeständigkeit bis 300 °C, vor hes Aussehen und gute Bearbeitbarkeit hat. Ein Wie eichen oder Einschmelzen ist unmöglich.

akelite hat, ohne Zusätze in den Endzustand überführt, rnsteingleiches Aussehen; es kann sogar die gleichen gselektrischen Eigenschaften haben. Eine fast be Färbung, einheitlich wie gemustert, ebenso eine weit le Verformung ist durch Gießen oder auch Nach ähnlich wie bei Hartgummi oder Horn möglich.

us diesem Rohstoff stellt man in großem Maße viele waren, unzählige Teile der Schmuckwarenindustrie, stöcke für die Druckerei usw. her. Den weitaus n Absatz haben die Kunstharze und hier besonders kelite in der Elektrotechnik und verwandten maschi hnischen Gebieten. Ausschließlich Sonderfabriken, chieden nach Hartpapier und Preßteilen, verarbeiten unstharze zu technischen Erzeugnissen; die Herstel des Rohharzes ist dagegen Aufgabe der chemischen . Der Rohstoff wird hierfür in seiner ersten Stufe ndet und erlangt dann nach Verbindung mit Füll verschiedenster Art in der Weiterverarbeitung seinen stand.

ir die Hartpapiererzeugung[2]) wird das in s gelöste Harz auf Lackiermaschinen auf Papier aufgetragen, so weit getrocknet, daß der Spiritus, iedergewonnen werden kann, verflüchtigt, das Harz noch nicht härtet. Das so vorbereitete Papier wird ler auf Wickelmaschinen über Stahldornen und Heiz zu Röhren beliebiger Abmessungen bis zu mehr als mr. und 2 m Länge, oder aber nach Schneiden in und Stapelung zu Platten von 0,2 bis 60 mm Dicke unter schweren, heizbaren Druckwasser-Etagenpressen verarbeitet; auch Formrohre mit Vierkant-, Oval- und anderen Querschnitten kann man herstellen, Abb. 1. Bei einigen Teilen verwendet man statt des Papiers auch Gewebe, Abb. 2. Bei einer für diese Herstellung besonders konstruierten neuzeitlichen 3000 t-Presse[3]), Abb. 3, hat man den Druckwasserzylinder unten eingebaut. Für die Hartpapierfertigung wird das in Abb. 3 seitwärts ausgefahrene Heizplattensystem in die Presse eingeführt, die eingebauten Drucksockel werden nach rechts entfernt. Zwischen die Heizplatten legt man die je nach gewünschter Plattendicke geschichteten, mit Kunstharz überzogenen Papierlagen; in der Presse wird das Bakelite in den Endzustand übergeführt. Die festen, bei mehr als 2 mm Dicke nicht mehr bieg- oder stanzbaren Platten kann man mit der Kreis- oder Bandsäge zuschneiden. Das Rohrwickelverfahren arbeitet sinngemäß.

Das Hartpapier ist ein vorzüglicher Isolier- und Baustoff für die Innenkonstruktion von Hochspannungstransformatoren, infolge seiner Ölbeständigkeit, hohen Durchschlagfestigkeit und hohen mechanischen Festigkeit für Formstücke, Durchführungen für Hochspannung, Abb. 4, an Stelle von Porzellan, Stützisolatoren, Brücken, Trennwände für Hochspannungsölschalter und Hochfrequenzgeräte sowie für Schalttafeln. Im Maschinenbau verwendet man Zahnräder an Stelle von Rohhauttrieben besonders aus Platten mit Gewebeeinlage. Hartpapier und Faserstoff in Verbindung mit Kunstharz dienen also schon in hohem Maße neben elektrischer Beanspruchung der mechanischen Kräfteübertragung unter Zug, Druck, Biegung, Verdrehung; sie bilden einen Konstruktions- und Aufbaustoff, der noch vielen andern Möglichkeiten nutzbar gemacht werden kann.

Für die Fertigung von Preßteilen für elektrotechnische Geräte, für chemische Fabriken, Spinnereien, Kraftwagen und Flugzeuge u. ä. wird das Bakelite gleichfalls im Zustand der ersten Stufe benutzt und mit Füll- und Farbstoffen gemischt, in Pulverform unter Druckwasser-Heißpressen in Matrizen, ähnlich denen der Porzellanverarbeitung, in die jeweils gewünschten Formteile gepreßt, Abb. 5. Das Bakelite kommt auch hier unter Druck und Hitze zum Endzustand und erreicht je nach dem verwendeten Füllstoff verschiedene hochwertige Eigenschaften.

Die Druckwasser-Schnellpressen neuzeitlicher Konstruktion haben obenliegenden Druckwasserzylinder, mit Rückzug und Ausstoßer, Abb. 6. Die meist unmittelbar mit Heiz- und Kühlkanälen und Anschlüssen ausgerüsteten Formen werden fest in die Pressen eingebaut, derart, daß der Unterteil am Pressentisch stets in gleicher Arbeitshöhe bleibt, der Oberteil beim Rückgang des Zylinders abgehoben wird. Der Arbeitsgang, der bei den Platten nach Stunden bemessen ist, dauert bei der wesentlich schnelleren Durchhärtung verhältnismäßig kleinerer Teile von besserer

[1]) Bakelite-Gesellschaft m. b. H. Berlin-Charlottenburg

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 545.

[3]) Hersteller: J. Bannig A.-G. Maschinenfabrik, Hamm (Westf.)

RZ 551 Z 2

Abb. 2
Zahnräder aus Turbaxgewebe für hohe Beanspruchung von der Firma Jaroslaw, Weißensee. Festigkeit etwa die von Gußeisen

a d e f b c

RZ 551 Z 2

Abb. 1
Hartpapier-Preßteile

ndrohr-Abschnitte
rmrohr-Abschnitte
ine Zahnräder
nkelzahnrad
menscheibe
rmstücke aus Platten
d Sonderformen

Abb. 3
Druckwasserpresse für einen Gesamtdruck von 3000 t zur Herstellung von Preßlingen in Formen oder nach Ausfahren der Böcke und Einfahren der Heizplatten von Hartpapier, Hartgewebe oder Fiber und andern Isolierstoffplatten

Abb. 4
Hochspannungs-Kondensator-Wanddurchführungen der Firma Jaroslaw, Weißensee, aus Hartpapier in Verbindung mit Porzellan-Ueberwürfen für 110 000 V Betriebspannung

Wärmeleitfähigkeit als bei den Papierschichten nur Minuten; das Werkstück verläßt bis auf geringe Verputzarbeit fertig das Werkzeug. Die Matrize wird sofort mit Pulver oder kalt vorgepreßter Masse neu beschickt, so daß sich ein fortlaufender Arbeitsgang ergibt. Für Teile kleinerer Abmessungen verwendet man Mehrfachwerkzeuge, die bis zu 50 oder noch mehr Stücke gleichzeitig liefern. In Zahlentafel 1 sind die Eigenschaften und Festigkeitswerte von Hartpapier und Preßmassen zusammengestellt. Infolge außerordentlich leichter Formbarkeit, der Möglichkeit des Einpressens von Metallteilen, der schnellen Herstellung, der großen Genauigkeit und jederzeitigen Austauschmöglichkeit von Massenteilen neben der hohen Festigkeit, Säure- und Ölbeständigkeit verwendet man Preßteile auf den verschiedensten Gebieten.

Bakelite kann man auch als Säureschutzmittel benutzen. Große Gefäße, die man mit Rücksicht auf hohe Drücke oder andre mechanische Beanspruchung nur aus Metall herstellt, kann man mit Bakelite auch erhöhten Temperaturen gegenüber widerstandsfähig, säure- oder auch seewasserbeständig überziehen. Für den äußeren Schutz von Teilen für die Elektrotechnik, wie Spulen, Kabelmuffen und dergleichen, sind noch die Kunstharzlacke, die durch Streichen oder Tauchen aufgetragen und dann gehärtet werden, zu nennen; sie haben sich auch in hohem Maße für die Metallindustrie als reine Schutzmittel gegen den Lufteinfluß bewährt.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) ha[t ...] meinschaft mit dem Staatlichen Materialprüfungsamt u[nd ...] Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, für Sonderko[...] tionen des Schwachstromgebietes auch mit dem Telegr[...] technischen Reichsamt, für die Preßstoffe Prüfbeding[...] und Gütebezeichnungen festgelegt, denen sich alle nam[...] Pressereien unterworfen haben. Die Prüfungen ers[...] sich auf die Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, [...] druckhärte, Wärmebeständigkeit nach Martens und [...] sicherheit sowie auf Oberflächenwiderstand, Widersta[...] Innern und Lichtbogensicherheit; eine Erweiterung d[...] schriften ist in Bearbeitung.

Die einzelnen Werke erhalten nach amtlicher P[...] ihrer Werkstoffproben eine Kennummer, die sie i[...] amtlichen Zeichen zugleich mit der Nummer der Güt[...] auf ihren Erzeugnissen führen dürfen. So ist den[...] braucher eine Gewähr für die Werkstoffgüte gegeb[...] gestattet, auch auf Grund rechnerischer Unterlagen u[...] Meßwerten neue Konstruktionen mit Sicherheit und[...] rein nach dem Gefühl zu entwerfen. Die Wünsche de[...] trotechnik werden dazu führen, die Isolierstoffe i[...] gendem Maße auch immer mehr als reine Bausto[...] verwenden, die bisherigen in Gußeisen gekapselten [...] anlagen aus den neuen Stoffen zu fertigen und da[...] Frage „Erden oder Isolieren" im letzteren Sinne ents[...] und somit zu erhöhter Sicherheit in elektrischen A[...] beitragen.

Abb. 5
Formteile aus Pu[...] Preßmassen

a Säurefester Hahn
b Bürstenwelle
c Schalterkappe
d Ringteil
e Funk-Empfangsrö[...] Isolier-Preßsockel
f Installationsteil
g Handlampengriff
h Telephon- und Mi[...]teile
i Teil für Kraftwage[...]
k Isolator für die St[...]schiene
l Hochspannungssic[...]
m Installationsteile

Abb. 6
Druckwasser-Schnellpresse für Pulvermassen-Verarbeitung, Preß- und Rückzug-Zylinder oben, Steuerung rechts angebaut

Zahlentafel 1

	Hartpapier	Preßmassen
Zugfestigkeit . . . kg/cm²	750 bis 800	—
Druckfestigkeit . . „	2000 „ 2500 senkrecht zur Schicht	—
Biegefestigkeit . . „	1200 bis 1500	700 bis 1000
Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	30	4 „ 8
Kugeldruckhärte (Eindrucktiefe) . . . . cm	0,01	0,5 „ 0,1
Wärmebeständigkeit (Martens) . . . . . . °C	bis 200	Kl. I bis 180 außer Asbest 300 für Asbest
Feuerbeständigkeit . . .	Kl. 0	Kl. 0 bis 1
Wasseraufnahme	fast 0	fast 0
Verhalten in heißem Öl .	beständig	beständig
Säurefestigkeit	„	„
Spez. Gewicht	1,3 bis 1,4	1,3 außer Asbest 1,8 bis 2 für Asbest
Durchschlagfestigkeit je mm . . . . kV	18 bis 30 senkrecht zur Schicht	14 bis 20 bis 75° 12 bis 100° 3 bis 6 bis 150°
Oberflächenwiderstand Megohm	40 bis 50000	1000000 auß. Asbest 25000 für Asbest
Dielektrizitätskonstante . .	3,5 bis 5	3,5 bis 4,5
Wetterbeständigkeit	Außenanwendung nicht möglich, langsame Verwitterung	Außenanwendung erprobt, noch keine Dauererfahrungen

ir Hartpapiere bestehen keine Prüfvorschriften und ormen; sie werden aber fast ausschließlich in großen r n mit eigenen Prüfanlagen und einem Stab von Wis aftlern hergestellt, so daß für Güte und Sicherheit nfrage Gewähr übernommen werden kann.

ı wünschen wäre im Interesse der Verbraucher wie lich der Erzeuger selbst, daß alle die vielen Eigen , die, abgesehen von einigen gut eingeführten Handelsnamen erstklassiger Werke, oft nicht auf die Stoffart schließen lassen, etwas mehr zurücktreten und den Gruppen Kunstharz-Hartpapier, Kunstharz-Gewebe und Kunstharz-Preßstoffe nachgeordnet werden. Hiermit würde eine bessere Übersicht für den Verbraucher gegeben, die sicher die noch weiter ausdehnbare Verwendung der Kunstharze fördern würde. Bei dem augenblicklichen Zustand wird bei jedem Eigennamen ohne die Stoffgruppenbezeichnung oft ein gänzlich neuer Stoff vermutet, dem die Verbraucher mit Mißtrauen gegenüberstehen. [M 551]

Die indischen Eisenbahnen

a die Eisenbahnen in Indien immer mehr in den Be s Staates übergehen, ist eine Neuordnung der „Indian ay Conference Association“ notwendig geworden. Vor ist die Normung der Ausrüstung dadurch Angelegen es Staates geworden. Ein Betriebsausschuß ist mit urchführung des Fahrdienstes beauftragt, während iere technische Abteilungen für die einzelnen Sonder e eingesetzt sind. Eine weitere Vermehrung dieser ungen ist vorgesehen.

a Geschäftsjahr 1925/26 waren etwa 3900 km neue en im Bau, von denen rd. 1630 km auf 1676 mm-Spur l. 1780 km auf die Meterspur entfielen. Für die Durch ıg besonders schwieriger Bauprogramme wurden be e Oberingenieure mit technischen Stäben bestimmt. März 1926 waren rd. 10 000 bis 11 000 km Eisenbahn en zum Bau genehmigt oder in Beratung. Wenn das Programm durchgeführt wird, rechnet man mit jähr 600 km neuen Strecken. Für den nördlichen Teil des s hat man sich für eine leichte Breitspurbahn ent en, auf der leichtgebaute Fahrzeuge verkehren sollen. em Bau der Brücken in diesen Gebieten hat man ings kommenden stärkeren Verkehr schon in Er ıg gezogen und entsprechende Vorkehrungen getroffen.

ie Vorortbahn von Bombay hat bereits elektrischen b; in Kalkutta und Madras wird man diesem Beispiel cheinlich folgen. Auch wird erwogen, auf weiteren en der Südbahnen den elektrischen Betrieb einzu ı, wobei der nötige Strom von Wasserkraftwerken be werden soll.

ie Verkehrstatistik weist bei Personenzügen, auf das kilometer bezogen, eine Zunahme von 5 vH, sowohl auf den Breitspur- als auch auf den Meterspurstrecken, auf. Im Güterverkehr ist, auf dieselbe Einheit bezogen, auf den Breitspurstrecken eine Abnahme von 6 vH, auf den Meterspurstrecken eine Zunahme von 1,5 vH festzustellen. Für den Personenverkehr sind eine Reihe ausländischer eiserner Wagen in Dienst gestellt.

Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit stieg bei Personenzügen von rd. 30 auf 31 km/h, bei Güterzügen von rd. 14 auf 15 km/h bei einer gleichzeitigen Frachtsteigerung von 753,4 auf 759,2 t. Der Kohlenverbrauch der Personenzüge der Breitspurlinien hat sich um 2,84 vH, der der Güterzüge auf denselben Strecken um 0,7 vH vermindert. Bemühungen, die Fahrpläne im Personenverkehr einzuhalten, waren erfolgreich. An der Normung wird mit gutem Erfolge gearbeitet, besonders im Hinblick auf die vorbereitenden Arbeiten zur Schaffung neuer Lokomotivenbauarten und Fahrgestelle für Breitspurwagen. Ein besonderer ständiger Ausschuß soll sich mit der Normung auf dem Gebiete des Oberbaues, der Brücken und des Signalwesens befassen.

Große Aufmerksamkeit wird der Ausbildung der Eisenbahnbeamten und -Angestellten gewidmet. Diesem Zwecke dient unter anderem die Railway Transportation School in Chandausi, die Anfänger- und Fortbildungskurse abhält. Dort werden vor allem Bahnhofsvorsteher, Beamte für Güterabfertigung, Zugführer usw. ausgebildet. Die Ausbildung wird praktisch an einer Modelleisenbahn durchgeführt. Diese Bahn mit rd. 65 mm Spurweite wird elektrisch betrieben und gesteuert. Sie ist in sämtlichen Anlagen und Vorrichtungen den Hauptbahnen nachgebildet. In besonderen Unterrichtsräumen befinden sich u. a. Schnittmodelle von Saugbremsen und Zugbeleuchtungsanlagen. („Engineering“ Bd. 124 (1927), S. 130.) [N 709] Krs.

Eisenbahnen und andre Verkehrswege in Kolumbien

Von Dr.-Ing., Dr. jur. Randzio, Priv.-Doz. a. d. Techn. Hochschule Berlin, Buenaventura-Kolumbien
(im Februar 1927)

Die Republik Kolumbien mit ihren auf 7 Mill. geschätzten Einwohnern und 1,4 Mill. km² Fläche ist ein Land, reich an Bodenschätzen mancher Art, unter andern auch an Petroleum[1]), und bekannt durch seine umfangreiche Kaffee-Ausfuhr und die Güte des Kaffees, der eine Hauptrolle im kolumbianischen Geschäftsleben spielt. Daneben blüht der Anbau von Bananen, deren Ausfuhr in Händen einer amerikanischen Gesellschaft, der United Fruit Company, liegt, sowie von Tabak und Zuckerrohr. Die Folge davon ist ein lebhafter Geschäftsverkehr, der trotz des vorläufig noch mangelhaften Verkehrsnetzes noch ein erhebliches Anwachsen verspricht. Ein allgemeiner Aufschwung und das Streben nach Verbesserung der Verkehrswege und damit der weiteren Erschließung des Landes ist zur Zeit unverkennbar.

[1]) Vergl. Randzio, „Erdöl in Kolumbien". VDI-Nachr. 1927 Nr. 6, ferner die Berichte in Z. Bd. 63 (1919) S. 198 und Bd. 64 (1920) S. 74.

Eisenbahnen. Erst in neuester Zeit geht ma energisch an den Ausbau dieser neben den Wasse wichtigsten Verkehrswege. „Nur in einigen ebenen G waren im Laufe des vergangenen Jahrhunderts vo lischen Gesellschaften ein paar kurze Eisenbahns ausgebaut worden, mit geringen Kosten, aber ausg neter Wirtschaftlichkeit, auf Grund von Verträgen, Staat sehr belasteten und von den Gesellschaften fast in wenig befriedigender Weise durchgeführt wurden der Kolumbianer Dr. E. Jaramillo in seiner Denk vom Juli 1926[2]). Und weiter heißt es in dieser Denk bemerkenswerterweise: „Die den fremden Gesellschaf den Bau und Betrieb von Eisenbahnen verliehenen legien haben in Kolumbien wenig befriedigende Erg gezeitigt. Diese Gesellschaften, die sich durch kein mit dem Land verbunden fühlten, haben nur die leic zustellenden Teilstrecken ihrer Konzessionen ausgeba bewiesen einen derartigen Mangel an wahrem Ges geist, daß sie gewöhnlich nicht einmal für einen zuf stellenden Eisenbahndienst vorsorgten . . . Auch z

[2]) Mitglied des vorbereitenden Ausschusses für die „unter spizien des Völkerbundes abzuhaltende internationale Wirtsch ferenz."

Abb. 1
Der heutige Stand des kolumbianischen Eisenbahnnetzes und seine geplante Erweiterung

iı Prozessen und Beanstandun-
re aller Art haben diese Ver-
rä Anlaß gegeben, so daß
c n seit geraumer Zeit keine
r rtigen Konzessionen mehr
e ehen werden.“

Der Staat geht daher jetzt
e einzig möglichen Weg, ent-
r auf eigene Kosten zu bauen
d durch Unternehmungen
a n zu lassen und die fertige
a dann in eigener Verwal-
n als Staatsbahn zu betreiben.
Ei Anleihe von 100 Mill. $ für
i nbahn- und Wegebau hat die
e tzgebende Versammlung, der
K greß, zur Verwirklichung der
e ßten Pläne genehmigt. Da-
e n werden aber von den De-
a amentos, z. B. Cundinamarca
G end um Bogotà), Antioquia
H uptstadt Medellin), Caldas
H uptstadt Manizales), Cauca
H uptstadt Cali), zum Teil noch
u h innere Anleihen Mittel
a r aufgebracht. — Die be-
t enden und zu bauenden Eisen-
a nen sind durchweg einglei-
i Schmalspurbahnen, haupt-
ä lich mit Yardspur, 914 mm,
d mit Meterspur, in einem Fall,
e nur 28 km langen Bahn vom
e afen Puerto Colombia nach
e Flußhafen Baranquilla, mit
i spur, 1070 mm. Die Höchst-
t gungen betragen in den Ge-
i strecken über 40 vT. Die
e iebsmittel, unter denen sich
e rdings erfreulicherweise auch
e sche Erzeugnisse, z. B. Loko-
i ven von Schwartzkopff, Bor-
i Henschel, finden, sind je nach
i nart der verschiedenen Ver-
ungen, Staats-, Departe-
n ts- oder landfremden Verwal-
en, sehr verschieden. Ebenso
i die Betriebstoffe je nach
e Vorkommen in den betreffen-
e Gegenden verschieden. So
e n die Lokomotiven der An-
i uiabahn von Pto. Berrio am
l dalenenstrom bis zur Quiebra,
die nach Medellin führende
a n unterbrochen und der Ver-
e durch eine gute Automobil-
t ße aufrechterhalten wird,
uerung. Zur Zeit wird dort ein etwa 4,5 km langer
n nel durch eine kanadische Gesellschaft im Auftrage der
i oquiabahn gebaut, der die Verbindung herstellen soll.
n der kohlenarmen Gegend der Pacific-Bahn, Cartago-
, werden die Lokomotiven mit Holz gefeuert, im übrigen
Kohle. Die Behandlung von Fahrkarten und Gepäck ist
falls je nach Eigenart der Verwaltungen verschieden,
so die der Tarife. Z. B. müssen auf der von der eng-
en Baranquilla Railway and Pier Company betriebenen,
n erwähnten Bahn vom Seehafen Pto. Colombia nach
Flußhafen Baranquilla die Güter nach Maß bezahlt wer-
nicht nur nach Gewicht, so daß mitunter für diese kurze
cke phantastisch hohe Frachtkosten entstehen. Uns ist
Fall bekannt geworden, wo die Eisenbahnfracht für eine
ßere Ladung auf dieser 28 km langen Strecke annähernd
so viel betrug, wie die Schiffsfracht von Hamburg nach
Colombia. Da man vorläufig nur diesen einen Beför-
ngsweg dort zur Verfügung hat, so hat die Eisenbahn
opolstellung und nutzt das rücksichtslos aus. Es wird
alb ernstlich der Bau eines Seehafens Baranquilla er-
en.

Die allgemein schlechten Verkehrsverhältnisse waren
l auch bis dahin der innere Grund, daß die einzelnen
artamentos vielfach selbständig beim Bau von Verkehrs-
ßen vorgingen, ohne sich um die andern Landesteile
zu kümmern. Die Folge davon ist eine Erschwerung im
nbahnverkehr zwischen den einzelnen Departamentos.
3. auf der Reise von Manizales nach Cali, die in ihrem
en Teil bis San Francisco entweder im Kraftwagen, oder,
auf dieser Straße häufig Unfälle wegen Absturzes zu
eichnen sind, besser mit Maultieren bewerkstelligt
den muß, geht der Zug der Caldasbahn nur bis Cartago.
t muß das Gepäck aus dem Güterschuppen der Caldas-
bahn nach dem einige hundert Meter weiter befindlichen Schuppen der Pacificbahn geschafft werden, und zwar durch den Fahrgast selbst, nicht etwa durch eine der Eisenbahnen. Der Zug der Pacificbahn hat keinen Anschluß, so daß der Reisende und das Gepäck bis zum nächsten Tag in Cartago mit seinen, wie meistens, mäßigen Unterkunftverhältnissen bleiben müssen. Oder: Reise von Girardot nach Bogotà. Die Strecke Girardot—Facatativà ist national, Facatativà—Bogotà departamental und national; sie hatten noch bis vor etwa 1½ Jahren sogar verschiedene Spurweiten, so daß Umsteigen und Umladen nötig waren. Auch heute noch muß das Gepäck in Facatativà umgeladen werden und kommt daher einen Tag später in Bogotà an, als der Reisende. Sache einer einsichtigen Regierung wird es sein, auch darin Wandel zu schaffen und diese Nachteile beim weiteren Ausbau der Eisenbahnen zu vermeiden. Abb. 1 und Zahlentafel 1 zeigen in großen Zügen den heutigen Stand des kolumbianischen Eisenbahnnetzes und seiner geplanten Erweiterung.

Zahlentafel 1
Übersicht über die kolumbianischen Eisenbahnen

Name der Bahn (bzw. Endhaltestellen) Ferrocarril de	Besitz S = Staat D = Depart. P = Privat	Gesamtlänge km	Davon fertig km	Im Bau km	Außerdem geplant km	Spurweite mm
(Baranquilla–)Pto. Colombia	P	28	28	—	—	1070
Santa Marta (–Fundacion)	P	159	159	—	—	914
Cartagena (–Calamar)	P	105	105	—	—	914
Cucuta–Pto. Villamizar	P	55	55	—	—	1000
„ –Frontera (Grenze)	P	16	16	—	—	1000
„ –Esmeralda	P	21	21	—	—	1000
„ –Esmeralda-Pamplona	S	49	—	49	—	1000
Central del Norte, Secc. I S (Pto. Wilches–Bucaramanga)	S	132	62	70	—	1000
Central del Norte, Secc. II (Bucaramanga–Chinquinquirá–Bogotà)	S	458	104	54	300	1000
Barrancabermeja (Ölbahn)	P	28	28	—	—	914
Antioquia (Pto. Berrio–Medellin)	D	190	190	—	—	914
Amagà (Medellin al Cauca)	D	97	58	39	—	914
Central de Bolivar (Cartagena–Cañafistula)	S	350	—	30	320	914
Troncal del Occidente (Cañafistula–Bolombolo)	S	300	—	18	282	914
Troncal del Occidente (Bolombolo–Caldasbahn)	—	—	—	—	?	—
Caldas (Manizales–Cartago–Pto. Caldas al Cauca)	D	103	66	37	—	914
Pacifico (Cartago–Cali–Buenaventura)	S	347	347	—	—	914
„ (Cali–Popayan)	S	159	159	—	—	914
„ (Palmira–Santander)	S	70	14	—	56	914
„ (Zarzal–Armenia)	S	58	58	—	—	914
Quindiu (Armenia–Ibagué)	S	173	—	—	173	914
Timba–Santander	D	21	21	—	—	914
Nacaderos–Armenia	S	57	57	—	—	914
Tolima (Ibagué–Espinal–Flandes)	S	76	76	—	—	914
La Dorada (–Ambalema)	P	111	111	—	—	914
Girardot (–Facatativà)	S	132	132	—	—	914
Cundinamarca (Facatativà–Bogotà)	S u. D	40	40	—	—	914
„ (Facatativà–Dintel)	S u. D	15	15	—	—	914
„ (Facatativà -La Tribuna Palanquero)	S u. D	180	7	14	159	914
Nordeste (Bogotà–Tunja)	D	166	32	78	56	1000
„ (Tunja–Sonta)	D	229	—	—	?	—
„ (Duitama–Sogamoso)	D	18	—	—	18	1000
Carare (Tunja–Moniquirà–Pto. Aquileo)	S	296	—	50	246	1000
Sur (Bogotà–Sibaté)	S	30	30	—	—	1000
„ (Tequendama)	S	10	5	5	—	1000
„ (Fusagasugà)	S	40	—	—	40	1000
Tolima–Huila–Caquetà (Espinal–Neiva–Garzon)	S	163	30	35	98	914
Narino (Tumaco–Pasto)	S	113	—	80	233	914
Popayan–Pasto–Ipiales	—	—	—	—	?	—

W a s s e r w e g e. Der Hauptverkehrsweg in Kolumbien ist der Rio Magdalena; er wird es wohl auch, wenigstens für Güter, immer bleiben, auch wenn durch Eisenbahn- und Straßenbau neue Verkehrsmöglichkeiten geschaffen werden. Denn mit den neuen Wegen wird auch der Verkehr wieder zunehmen, und die Wasserstraße wird doch wohl der billigste Beförderungsweg bleiben. Heute ist das Land vollkommen von der Beförderung auf dem Magdalenenstrom abhängig, von seinem Wasserstand und — von den privaten Flußschifffahrtsgesellschaften, die Monopolstellung genießen und daher in Tarifen und Art der Beförderung recht willkürlich verfahren trotz Regierungsvorschriften und Gesetzgebung.

Die Flußhäfen sind ebenso unvollkommen wie die Ladeeinrichtungen, der Strom selbst wochen- und monatelang

seicht, so daß Schiffe liegen bleiben oder nicht fahren können und die Ladungen zu Bergen aufgetürmt an den Ufern der „Häfen“, ja mitunter sogar irgendwo am Ufer an unbewohnter Stelle liegen bleiben. Ich habe für die Reise von Baranquilla nach Bogotà 18 Tage gebraucht. Dampferfahrt Baranquilla—La Dorada, dann Eisenbahn nach Beltran, da bei Honda Stromschnellen vorhanden und der Fluß nicht schiffbar ist, dann bis Girardot wieder Dampferfahrt und der Rest mit der Eisenbahn. Ebenso oft, wie der Reisende umzusteigen gezwungen ist, müssen aber auch Güter umgeladen werden. Es ist daher keine Seltenheit, daß sie ebensoviele Wochen, wie der Reisende Tage, für diesen Weg brauchen, ja sogar Monate, weil an den Umladestellen eine glatte Abwicklung des Umschlagens selten möglich ist und die Güter dann einfach liegen bleiben. Ein besonders krasser Fall beleuchtet grell den gegenwärtigen Zustand: Am 14. Februar 1927 explodierte ein großer Benzinvorrat, der am Ufer in Girardot aus Mangel an Unterbringungs- und Weiterbeförderungsmöglichkeit frei aufgestapelt war; der durch den Brand usw. angerichtete Schaden wird auf über 1 Mill. $ geschätzt.

Die Frachten belaufen sich je nach dem Wasserstand auf etwa 65 bis 165 $ für 1000 kg von Baranquilla bis Bogotà. Die Dampfer dürfen wegen der seichten Stellen nur ganz geringen Tiefgang haben und sind deswegen und weil der Strom namentlich nach Regen sehr viel Unkraut und Holz mit sich führt, nicht mit Schrauben, sondern mit großen Heckrädern aus Holz ausgerüstet; auf dem unteren Magdalenenstrom haben sie häufig Ölfeuerung, auf dem oberen Holzfeuerung. Die mitgeführten Kraut- und Holzmassen sind ein Problem. Die Flußregelung wird immer dringender nötig, und ist jetzt endlich auch in die Wege geleitet: Das deutsche Berger-Konsortium (F. Berger A.-G., Briske u. Prohl) hat den Auftrag dazu erhalten, und mit den Arbeiten ist bereits begonnen worden, nachdem man in vierjähriger Vorarbeit die nötigen Unterlagen dazu geschaffen hatte. Gleichzeitig wird als erster der Hafen von Pto. Berrio ausgebaut.

Von den Einheimischen wird noch die canoa, der Einbaum, benutzt, sowie das Floß in den verschiedensten Größen und Bauarten. Die canoa wird auch stromaufwärts verwendet, in mühevoller und langsamer Arbeit durch „Staken“ vorwärts gebracht. In der Karte sind außerdem die andern Ströme eingetragen, die auch schiffbar sind, in der Hauptsache sind das der Cauca und Atrato. Die vielen Flüsse und Ströme in den Llanos, den weiten und zum großen Teil noch unerforschten Ebenen im Südosten des Landes, sind nur teilweise für größere Fahrzeuge befahrbar. An Kanälen ist bis dahin nur einer, südlich von Cartagena, bekannt, der canal del dique.

S e i l s c h w e b e b a h n e n. Zwischen Manizales und Mariquita an der La Dorada-Bahn ist eine 72 km lange Seilschwebebahn im Betrieb, aber nur für Güter- und Postverkehr. Sie ist eine Einseilbahn; abschnittweise laufen hier Seile ohne Ende, an denen die Wagen festgeklemmt werden. An den Verbindungstellen werden die Wagen über Schienen auf das nächste Seil geleitet. Die Bahn steigt von 2100 m (Manizales) zu etwa 4000 m in der Zentralkordillere und fällt dann bis auf etwa 500 m bei Mariquita. Sie wird von einer englischen Gesellschaft betrieben.

Eine zweite Seilbahn derselben Bauart, die aber auch für Personenverkehr dienen soll und elektrischen Antrieb erhält, wird Manizales mit dem Nachbarort Villamaria verbinden. Sie ist zur Zeit im Bau und soll in einigen Monaten fertiggestellt und dem Betrieb übergeben werden. Geplant ist außerdem der Bau einer weiteren Seilbahn von Manizales nach der Hauptstadt des Departements El Chocó, Quibdó, und gegebenenfalls von dort weiter bis zum Meer. Ferner ist eine Seilbahn im Bau von Gamarra am Rio Magdalena nach Cúcuta für Personen- und Güterverkehr. Die Arbeiten dafür sind ebenfalls von einer englischen Gesellschaft in Angriff genommen. Es steht noch nicht fest, ob sie von ihr auch weitergeführt werden.

K r a f t w a g e n s t r a ß e n. Sie werden mit „Carreteras“ bezeichnet, d. h. es werden alle Straßen, auf denen ein Fahren mit Kraftwagen möglich ist, so benannt, nicht etwa nur solche, die besonders für Kraftwagenverkehr oder gar ausschließlich für solchen erbaut worden sind, also grundsätzlich alle Straßen, die wir als Chausseen oder Wege erster Klasse bezeichnen. An ausgesprochenen Kraftwagenstraßen gibt es in fertigem Zustand nur eine, vorläufig in einer Länge von etwa 18 km, und das ist der An der „carretera al mar“, der geplanten Kraftwagenst die Medellin mit Turbo am Golf von Urabà verbinden Sie erhält Krümmungen mit 26,5 m Mindesthalbmesser Überhöhung; die Straßendecke besteht im ersten Teil Steinschlagmakadam. Andre Befestigungsarten, z. B. makadam werden erwogen. Eine ganze Reihe andrer c teras ist geplant, von denen wohl als erste die Qui Straße, Ibagué-Armenia, ausgeführt werden wird, möglichst bald diese wichtige Verbindung hergestell unabhängig von dem Eisenbahnbau für diese Strecke auch für die nächste Zeit vorgesehen ist. Vorläufig eine Beförderung über den Quindiu nur mit Maultiere folgen. Auch von Cali aus ist eine carretera im Bau, „al mar“, ein Ausdruck, der hier förmlich Schlagwort worden ist und für den namentlich in Antioquia sehr Stimmung gemacht wurde.

M a u l t i e r w e g e. Sie sind, wie vor Jahrhund und vielleicht Jahrtausenden auch heute noch in vielen genden Kolumbiens die einzige Möglichkeit für Reis kehr und Güterbeförderung. Langsam und beschwe ist solch eine Reise, oft gefährlich, aber das Maultie ein sicheres Beförderungsmittel, und man hört selten einem Unfall auf einer Maultierreise. Die Tiere selbst mulas, sind äußerst widerstandsfähig, und es wird i hier schier unmöglich Scheinendes zugemutet. Wo das längst versagt, ist die mula immer noch sicher leistungsfähig, und dabei ist das kolumbianische auch ein besonderer Schlag, der ganz anders beansp wird und werden kann, als der deutsche. Der Reiter zu Pferd oder zu mula, ist ein kennzeichnendes Bild lumbiens — in seinen weiten Überziehhosen (zamarros) der ruana, dem mit einem Kopfschlitz versehenen Um den großen Schuhbügeln und, an einem Absatz nur, an mit einem Riesensporn. Und ebenso bezeichnend ist Anrede „caballero“ = Reiter für „Herr“, die auch heute sehr oft angewendet wird. Aber die Beförderung mit Maultier ist ebenso langsam und beschwerlich wie Eine Reise von Medellin nach Manizales mit einem Tr (Peon) und zwei Lasttieren kostet heute rd. 100 $, dauert etwa vier Tage.

L u f t v e r k e h r. Unter den geschilderten Umstä erscheint die Frage nach dem neuzeitlichsten Beförderu mittel selbstverständlich. Die deutsch-kolumbianische sellschaft Scadta betreibt seit sechs Jahren mit besten folg und größter Betriebsicherheit den Luftpostdienst Baranquilla nach Girardot mit Zwischenlandeste ebenso in beschränktem Umfange die Beförderung Reisenden. Die Flugzeuge verkehren zweimal wöchen vorläufig, und die Nachfrage von Fluggästen ist groß, des hohen Preises von 200 $ für die etwa zehnstün Reise. Aber gegenüber einer Reise von 2½ Wochen mehr kann häufig diese an sich teuere Reise eine Er nis bedeuten. Von außerordentlichem Wert ist der postdienst. Es besteht die Absicht, den Luftverkehr falls noch weiter auszubauen, u. a. ist für die nächste eine Verbindung mit Panama in Aussicht genommen.

[M 5

Die Möglichkeit der Weltraumfahrt

Prof. Oberth, Mediasch (Rumänien), Verfasser Buches „Die Rakete zu den Planetenräumen“, München hat in einer weiteren Zuschrift neben mehreren sch dieser Zeitschrift Bd. 71 (1927) S. 1128 besprochenen F die Verwendung von ineinandergestellten Raketen, die einander abgeworfen werden, sowie die Benutzung geneigten Bahn behandelt. Das erste Verfahren läuft sichtlich auf eine Vergrößerung des gesamten Masse hältnisses durch teilweise Mitnahme und Hebung wirk loser Raketenhüllen hinaus, während die geneigte immer einen Umweg bedeutet, der niemals mit Energiegewinn, also auch nicht mit Ersparnis, verbu sein kann.

Um weitere Mißverständnisse auszuschließen, be ich, daß die von mir betonte Unausführbarkeit der R mit den errechneten Massenverhältnissen auf wirts lichen und konstruktiven Erwägungen beruht, die Ingenieur ohne weiteres einleuchten. [N 7

Danzig H. L o r e

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Abb. 1
2 C 2-Schnellzuglokomotive, erbaut von der American Locomotive Co. für die New York Central-Bahn

Hauptabmessungen:

Zyl.-Dmr. und Hub	635/711/2 007 mm
Achsstand der gekuppelten Achsen	4 267 „
„ „ Lokomotive	12 293 „
„ von Lokomotive und Tender	23 203 „
Rostfläche 3302 × 2293 mm =	7,6 m²
Dampfdruck	15,7 at
wb. Heizfläche Feuerbüchse	23,6 m²
„ „ Wasserrohre	3,3 „
„ „ Heizrohre	390,5 „
„ „ Ueberhitzer	182,6 „
insgesamt	600,0 m²

Heizrohre: 201 Stück, Dmr. 89 mm und 37 „ „ 57 „	Länge 6248 mm
Achsdruck des vorderen Drehgestells	28,8 t
„ der Treibräder	82,6 „
„ des hinteren Drehgestells	44,2 „
Dienstgewicht	155,6 „
Tender: Wasser	37,9 m
Kohle	17,0 t³

Eisenbahnwesen

Amerikanische Lokomotivtype „Hudson“

Am 14. Februar 1927 brachte die American Locomotive Co. die erste Schnellzuglokomotive der Achsanordnung 2 C 2[1]) zur Ablieferung, und zwar an die New York Central-Bahn, Abb. 1. Nach amerikanischem Gebrauch wurde für Lokomotiven dieser Achsanordnung eine neue, feste Bezeichnung, und zwar hier „Hudsontype“, geprägt. Die Lokomotive fährt im Schnellzugdienst dieser Bahn die bekannten Schnellzüge Empire State Expreß, Twentieth Century Limited usw., die bisher mit 2 C 1-Lokomotiven, häufig in mehreren Teilen, gefahren werden mußten.

Zum schnelleren Anfahren ist die letzte Achse des hinteren Drehgestells mit Zusatzmaschine versehen, die die Zugkraft von 18 270 kg auf 23 214 kg vermehrt. Besonders bemerkenswert ist, daß dieses Drehgestell, dessen Rahmen von der Commonwealth Steel Co. in einem Stück gegossen ist, ähnlich wie bei den 1 D 2-Güterzuglokomotiven der Lima Locomotive Works[2]) als selbständiges Fahrzeug zwischen dem vor der Feuerbüchse endenden Hauptrahmen der Lokomotive und dem Tender eingeschaltet ist. Es übernimmt also die Zugkraft der Lokomotive und leitet sie an den Tender weiter.

Auf das Drehgestell stützt sich die Feuerbüchse, doch ist die Abfederung wie bei dem einachsigen Commonwealth-Delta-Gestell mit den nächsten zwei gekuppelten Achsen durch Ausgleichhebel verbunden.

Die Achsschenkel der Treibachse sind 356 mm lang bei 292 mm Dmr., sie sind mit Rücksicht auf den hohen Kolbendruck mit seitlichen, unter Achsmitte liegenden zusätzlichen Lagerschalen versehen.

Von der Ausrüstung seien der Kleinrohrüberhitzer mit 182 Rohren und der Speisewasservorwärmer, Bauart Elesco, erwähnt. Alle Dampfrohre und Ventile sind möglichst aus dem Führerhaus hinaus in einen besonderen Aufbau verlegt.

Angenehm berührt das Bestreben nach tunlichst gutem Aussehen durch möglichst starke Verminderung der Sichtbarkeit der äußeren Leitungen und Züge und ihre geradlinige Anordnung, dort, wo kein Verstecken möglich war.
[M 350] M.

[1]) Vergl. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ Bd. 81 1926 S. 48.
[2]) „Railway Age“ Bd. 77 (1927) S. 523.

Amerikanische Hochdrucklokomotive

Im Anschluß an die Mitteilung Bd. 70, S. 1331, bringen wir in Abb. 2 die 1924 von der American Locomotive Co. nach den Entwürfen von Muhlfeld für die Delaware-

Abb. 2
Hochdruck-Lokomotive der Delaware-Hudson-Bahn

Hudson-Bahn gebaute 1 D-Hochdrucklokomotive für 24,6 at, „Horatio Allan"[1]).

Infolge der günstigen Ergebnisse dieser Lokomotive hat die Bahn eine weitere ähnliche Lokomotive, aber für 28,1 at, „John B. Jervis", in Dienst genommen, die ebenfalls nach den Entwürfen von Muhlfeld von der American Locomotive Co. gebaut ist. Gegenüber der ersten Ausführung sind lediglich geringe Abänderungen vorgenommen worden; die Rostfläche wurde von 6,64 auf 7,62 m² und die Länge der Heizrohre von 3525 auf 3886 mm vergrößert. Die gesamte Verdampfheizfläche blieb infolge andrer Rohrteilung gleich, nämlich 297 m², während die Überhitzerheizfläche von 53,8 auf 65 m² erhöht wurde. Ferner wurde der Durchmesser der Zylinder, entsprechend dem höheren Dampfdruck, von 598 auf 565 und von 1041 auf 965 mm verkleinert.

Dabei war es möglich, das Dienstgewicht von 158 auf 152,6 t herabzusetzen. Bemerkenswert ist es, daß sich Muhlfeld für die Anordnung des Blasrohres und des Schornsteins die neuesten Ausführungen der Deutschen Reichsbahn mit tiefliegendem Blasrohr und weitem Schornstein zum Vorbild genommen hat.

Der Tender dieser Lokomotive wurde zum Durchfahren längerer Strecken sechsachsig ausgeführt, wobei das hintere Drehgestell wiederum eine auf zwei Achsen wirkende Antriebsmaschine nach Bauart der Bethlehem Steel Works trägt.

Inzwischen ist auch die an gleicher Stelle erwähnte 2 E 1 - Dreizylinder-Hochdrucklokomotive von Baldwin auf der Prüfanlage der Pennsylvaniabahn Versuchen unterzogen worden. Auffällig ist bei diesen Versuchen die geringe Schwankung des Wasser- und Kohlenverbrauches bei den verschiedenen Betriebslagen.

Der Wasserverbrauch schwankte für Füllungen zwischen 50 und 80 vH im H.D.-Zyl. und Geschwindigkeiten von 24 bis 48 km/h nur zwischen 6,45 und 6,90 $kg/PS_i h$ und geht erst bei 90 vH Füllung und 24 km/h auf 7,4 $kg/PS_i h$. Der Wert von 6,45 kg ist der niedrigste, der bisher überhaupt auf der Prüfanlage der Pennsylvaniabahn erreicht worden ist. Der Kohlenverbrauch liegt im Mittel etwa bei 1,15, steigt aber bei 3600 PS am Zughaken auf 1,48 $kg/PS_i h$.

Neuartig ist, daß man bei den Versuchen wohl mit großer H.D.-Zyl.-Füllung, aber mit kleinen N.D.-Zyl.-Füllungen arbeitete. Das Zylinderraumverhältnis beträgt 1 : 2. Die Füllungsverhältnisse schwanken von 50 bis 80 und 90 vH im H.D.-Zyl. zu 20 bis 50 und 70 vH im N. D.-Zyl.

Bei $n = 120$ entsprechend $v = 24$ bis 36 km/h war die Arbeitsverteilung in allen drei Zylindern ziemlich gleich, mit zunehmender Umdrehungszahl nimmt aber die Arbeit des H.D.-Zyl. dann schnell ab, so daß z. B. bei $n = 200$ entsprechend $v = 60$ km/h und 60 bzw. 30 vH Füllung der H.D.-Zyl. nur noch etwa 1/10 so viel leistete wie ein N.D.-Zyl. Doch war auch unter diesen Bedingungen der Dampfverbrauch mit 7 $kg/PS_i h$ noch günstig. [M 395] M.

[1]) „Railway Age" Bd. 72 (1927) S. 975. „Railway and Locomotiv-Engineering" Bd. 40 (1927) S. 33 u. 63.

Dieselelektrische Verschiebelokomotiven

Nachdem sich die 55 t schwere, als 60 t-Lokomotive bezeichnete, 300 PS leistende dieselelektrische Lokomotive der General Electric Co. in größerer Zahl bei verschiedenen Bahnverwaltungen in Amerika gut bewährt hat, hat die Long Island Railroad eine solche 600 PS leistende Lokomotive für den Verschiebedienst eingestellt.[1]).

Diese Lokomotive hat zwei sechszylindrige Motoren der Ingersoll Rand Co. von 300 PS bei 600 Uml./min, 254 mm Zyl.-Dmr. und 305 mm Hub. Der Brennstoffverbrauch soll etwa 195 $g/PS_e h$ betragen. Die Öl- und Kühlpumpe sowie der Anlaßverdichter sind mit dem Hauptmotor unmittelbar gekuppelt. Die Druckluft zum Anlassen der Dieselmotoren wird in drei Behältern aufgespeichert. Der Rohrkühler ist auf dem Lokomotivdach untergebracht und hat etwa 223 m² Kühlfläche.

Die beiden Motoren sind je mit einer sechspoligen Gleichstromdynamo gekuppelt. Diese Stromerzeuger haben Ausgleich- und Gegenverbundwicklung, die die Erregung durch den Ankerstrom beeinflußt, so daß Dynamospannung und Motorzugkraft annähernd umgekehrt verhältnisgleich sind. Den Erregerstrom liefert eine besondere Maschine, die unmittelbar mit dem Stromerzeuger gekuppelt ist und von einer 23 V-Batterie bei kleineren Drehzahlen erregt und bei großer Drehzahl auf Selbsterregung geschaltet wird.

Die vier Tatzenlagermotoren mit der Übersetzung 70 : 16 sind in den beiden Drehgestellen untergebracht. Die Leistung wird vollkommen selbsttätig durch Brennstoffzufuhr und mit Hilfe der Gegenerregung des Stromerzeugers ge-

[1]) „The Railway Engineer" Bd. 47 (1926) S. 393.

Abb. 3
Zugkraft-Schaulinie der dieselelektrischen Lokomotive

regelt. Zur besseren Belastung und Hebung des Wirk grades des Stromerzeugers werden die Motoren in R parallelschaltung und in reiner Parallelschaltung sow höhere Geschwindigkeiten mit Feldschwächung auf betrieben. Die so erreichte Zugkraft geht aus Abb. 3 vor. Die Lokomotive wiegt 90 t bei rd. 23 t Achs Die Hauptabmessungen betragen: Länge über die 14 m, Gesamthöhe 4,2 m, Gesamtbreite 3,2 m, Rad 1440 mm. [M 2571]

Berlin. Süberkr

Lokomotivdauerfahrten

Es ist noch nicht so lange her, da wurde in jeder motive ein sorgfältig zu behandelndes Einzelwesen ge Jede Lokomotive hatte ihre bestimmte Mannschaft, si nur in Betrieb, wenn die Mannschaft Dienst hatte, u von einer Lokomotive hintereinander zurückzule Strecke war infolgedessen recht beschränkt. Das ha mit der Zeit geändert. Was in Amerika schon lang lich war und sich dort bewährt hatte, wurde auch in E allmählich Erfordernis, und die stärkere Ausnutzun Lokomotiven mit mehrfachem Mannschaftswechsel ist selbstverständlich. Weitere Erhöhungen der Wirtschaf keit sind durch Verringerung des Lokomotivwechsels Zuge erreichbar, so daß längere Strecken, die im Sc zugdienst vorkommen, mit einer einzigen Lokomotive d fahren werden.

Im allgemeinen ist bei Kohlenfeuerung die schlackung des Feuers zu groß, weswegen die län Strecken mit ölgefeuerten Lokomotiven gefahren w Hier ist die Southern Pacific führend, die zwische Angeles in Kalifornien und El Paso in Texas auf Entfernung auf der einen Linie von über 1300 km un nahe 1450 km auf einer zweiten, die einen kleinen U macht, fünf Schnellzüge täglich in beiden Richtungen die die ganze Strecke ohne Lokomotivwechsel zurück Man muß bedenken, daß diese Strecke beinahe der fernung Berlin – Rom entspricht, oder der Entfe Berlin – Bordeaux über Paris.

Den Dienst versehen 25 Lokomotiven der sogena „Mountain"-Bauart[1]) mit der Achsanordnung 2 D 1, die Hinterachse noch mit einer Zusatzdampfmaschine, drüben immer mehr aufkommenden Booster, versehe Die Lokomotiven haben eine Zugkraft von mehr 30 000 kg. Bei der früheren Betriebsform mit häufig Lokomotivwechsel würden 50 Lokomotiven nötig wesen sein.

Öl wird nur an vier Stellen unterwegs nachge Wasser häufiger, obwohl die neuen Tender rd. 60 m³ W fassen. Die längste ohne Aufenthalt zurückgelegte St beträgt deshalb auch nur etwa 260 km. Bei uns in Deu land sind ohne Aufenthalt zurückgelegte Strecken e lich länger, obwohl unsre größten Tender nur 30,5 neuerdings 32 m³ Wasser fassen[2]).

In einem Vortrag vor der International Railway Convention in Chikago im Mai d. J. wurde berichtet,

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 70 (1926) S. 1745.
[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1725.

Abb. 5
Kohlenverladebrücke für je 700 t/h Umschlagleistung der Consolidated Gas Co.

...h die Ersparnisse lediglich durch die geringere Zahl ...r notwendigen Lokomotiven auf 2 400 000 ℳ belaufen, ...zu noch monatliche Ersparnisse an Kosten für Lokomotivschuppen, Anheizen und unter Dampf halten von ... 45 000 ℳ kommen und wobei außerdem noch die Ausbesserkosten je Lokomotivkilometer sich um 16 vH verändern. („Railway Age" Bd. 83 (1927), S. 88.) [N 700]
Berlin. Jacobsohn.

Förderanlagen

Neue amerikanische Verladebrücken

Im Sommer 1926 sind für die Consolidated Gas Co., Hunts Point bei New York, umfangreiche Kohlenumschlaganlagen in Betrieb genommen worden, die hinsichtlich der Zusammenstellung der einzelnen Förderteile und durch die großen Abmessungen der Verladebrücken hervorragen.

In den Vereinigten Staaten werden die Förderbänder in steigendem Maße bevorzugt, während man von der Anwendung der Pendelbecherwerke mehr und mehr abkommt. Auch für die Kohlenumschlaganlagen des genannten New Yorker Gaswerkes hat man Förderbänder ausgiebig verwendet. Die Gesamtlänge aller auf diesem Werke vorhandenen Bänder beträgt für den ersten Ausbau bereits etwa ...00 m, die Bandbreiten schwanken zwischen 1,2 m und 1,6 m.

Den beachtenswertesten Teil der maschinellen Einrichtungen bilden jedoch die drei ungewöhnlich schweren Verladebrücken, deren Einzelgewicht mit etwa 1100 t angegeben wird. Die beiden wasserseitigen Brücken *a* und *b*, Abb. 4, sind mit aufklappbaren Auslegern von je etwa 20 m Länge ausgestattet, während die landseitige Brücke *c* nur einen kurzen rückwärtigen Ausleger hat, der die Überleitung des Fördergutes auf das Band *d* zuläßt. Wahlweise kann nun Brücke *c* mit einer der beiden Brücken *a* oder *b* so zusammengekuppelt werden, daß die Führerstandkatzen beliebig von einer Brücke auf die andre überfahren können, Abb. 5. Alle drei Brücken sind außerdem mit Förderbändern von je etwa 1,2 m Breite versehen, die seitlich der Brückenachse in der Eisenkonstruktion eingebaut sind und die Förderleistung der Brücken wesentlich steigern. Die Führerstandkatzen haben schwenkbare Greiferwindwerke, die Greifer fassen etwa 7 m³.

Abb. 4
Lageplan der Förderanlagen der Consolidated Gas Co. in Hunts Point bei New York

a, b wasserseitige Verladebrücken *c* landseitige Verladebrücke
d Förderband von *c* nach *e* *e* Verteilturm *f, g* Bänder zwischen *e* und *h* oder *i* *h* Entladeturm *i* Kippergrube *k* Beschickwagen

In Verbindung mit den Brücken arbeitet ein parallel zur Kaimauer im Abstande von 165 m laufendes Förderband *d* von etwa 300 m Länge und 1,6 m Breite, das von der Brücke *c* gespeist wird und im Verteilturm *e* endigt. Zwei weitere Bänder *f* und *g* von je 1,6 m Breite laufen senkrecht zur Kaimauer ebenfalls nach oder von dem Turm *e*, und zwar ist das Band *f* von etwa 163 m Länge für Koksförderung bestimmt und trägt an der Wasserseite im Turm *h* eine Überladevorrichtung. Das Band *g* verläuft dicht neben dem Bande *f*, ist etwa gleich lang und fördert vorzugsweise Kohlen von der Kippergrube *i*, die von dem längs der Kaimauer laufenden Beschickwagen *k* gefüllt wird.

Der Kohlenstapelplatz selbst ist 330 m lang und 160 m breit und kann beim später vorgesehenen Erweiterungsbau des Werkes noch beträchtlich vergrößert werden. Das Kohlenlager, das durch die Brücken *a* und *b* überspannt wird, befindet sich an der Wasserseite, während das Lager für Koks (in geringerem Umfang auch für Kohle) die landseitig liegende Fläche umfaßt und von der Brücke *c* bedient wird.

Beim Kohlenumschlag aus den Schiffen können die in Schiffen oder Leichtern ankommenden Kohlen auf der vorderen oder hinteren Lagerplatzfläche gestapelt werden. Der Greifer der Brücke *a* oder *b* wirft das Fördergut in einen Überladebunker, der im wasserseitigen Stützenfuß der Brücke eingebaut ist und sich etwa 12 m von der Kaimauer befindet. Ein kurzes Querband bringt die Kohlen auf das längs der Brücke laufende Hauptband, und der fahrbare Abwurfwagen stürzt die Kohlen an beliebiger Stelle des Lagerplatzes ab. Wenn die Brücke *c* mit einer der vorderen Brücken gekuppelt wird, so kann auch auf das Band der Brücke *c* übergeladen und auf dem hinteren Teile des Platzes gestapelt werden. Die Förderleistung der Brücken beträgt je etwa 700 t/h. Bei diesen Umschlagverfahren legen die Führerkatzen nur eine kurze Fahrstrecke von etwa 15 m zurück, während die Hauptförderstrecke den Bändern überlassen bleibt. Anderseits können auch die Führerkatzen die Kohlen aus den Schiffen nach dem vorderen oder hinteren Lagerplatz weiterbefördern, und zwar dann, wenn die Bänder vorübergehend nicht betriebsbereit sind. Die Leistung ist in diesem Falle naturgemäß geringer, immerhin ist durch diese Anordnung eine wirksame Betriebsaushilfe gewährleistet.

Für die Wiederaufnahme der Kohlen vom Lagerplatz ist der Beschickwagen *k* erforderlich, der auf dem an der Kaimauer hinführenden Gleise elektrisch verfahren wird. Die vom Lagerplatz durch den Greifer aufgenommenen Kohlen werden in einen Zwischenbunker in der wasserseitigen Brückenstütze abgeworfen und durch den elektrisch betätigten Verschluß, der vom Wagenführer bedient wird, in den Beschickwagen abgezogen. Wenn dieser Wagen über der Grube *i* angelangt ist, werden

mittels Druckluft die Bodenverschlüsse geöffnet. Das Fördergut wird von der Grube aus durch ein kurzes schräges Plattenband nach dem Hauptbande *g* übergeleitet und gelangt durch den Verteilturm *e* unter Vermittlung weiterer Bänder schließlich nach den Gaserzeugungsanlagen. In diesem Fall ist die Leistung mit 500 t/h begrenzt, da die Gasanlagen hinsichtlich ihrer Abmessungen für diese Zahl berechnet sind.

Will man Koks von der Gasanlage nach Leichtern oder Eisenbahnwagen fördern, so erhält das Band *f* vom Verteilturm *e* den Koks und fördert ihn nach dem Turm *h*. Hier wird der Koks auf ein schwenkbares 1,6 m breites Auslegerband übergeladen, das über die Kähne oder Eisenbahnwagen geschwenkt wird.

Das Band *d* ist umkehrbar und mit einer Abwurfvorrichtung ausgestattet, die für die Förderung zum Stapelplatz ein Überleiten des Kokses auf das Band der Brücke *c* gestattet. Auch dieses Band ist umkehrbar und mit zwei Abwurfwagen versehen, da es anderseits auch das von der Brücke *a* oder *b* erhaltene Gut in entgegengesetzter Richtung fördern und abwerfen muß. Der Koks wird im Bereiche der Brücke *c* gestapelt, die Leistung beträgt rd. 375 t/h.

Von dem Greifer der Brücke *c* wird der Koks, der vom Lagerplatz zur Gasanlage gefördert werden soll, in den in den hinteren Stützenfuß eingebauten Überladebunker abgeworfen. Durch ein schräges Plattenband wird der Koks unter Vermittlung einer Schüttelvorrichtung auf das Längsband *d* aufgegeben und von dort nach dem Verladeturm *e* gefördert, von dem aus er zu den Siebanlagen kommt. Die Förderleistung richtet sich hier nach der Siebgröße und beträgt etwa 140 t/h.

Auch das Rückverladen des Kokses vom Lager nach den Schuten oder Eisenbahnwagen geschieht auf dem Förderwege über die Türme *e* und *h* in ähnlicher Weise, wie bereits beschrieben. Die Leistung beträgt dabei etwa 375 t/h.

Damit die Anlage später erweitert werden kann, verlaufen die beiden Bänder *g* und *f* unter den vorderen und hinteren Brückenfahrbahnen, so daß auch bei Vergrößerung des Stapelplatzes die drei Brücken überall frei durchfahren können. Ebenso ist auch die Anordnung der übrigen Förderanlagen für einen späteren Ausbau der Gesamtanlage zugeschnitten.

Der Entwurf und die Ausführung der beschriebenen Förderanlagen stammt von der bekannten Kranbaufirma Brown-Hoisting in Cleveland, Ohio. [M 338]

Dresden-A. Dr.-Ing. W. Franke

Eisenhüttenwesen

Neue Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co.

In der neuen Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co., South Chicago, Ill.[1]), werden nicht nur T-Träger, U-Eisen Winkel-, Rund- und Quadrateisen, sondern auch Flacheisen, Bleche und Platinen gewalzt. Das Walzwerk ist in einem Gebäude von 277 m Länge untergebracht und besteht aus sieben Gerüsten, Abb. 6.

Die elektrische Einrichtung umfaßt einen Umformersatz mit Schwungrad, bestehend aus zwei 3000 kW-Gleichstrom-Stromerzeugern, die von einem 6500 PS-Wechselstrom-Motor von 2200 V angetrieben werden. Der eine Stromerzeuger treibt einen 3100 PS-Umkehrmotor für das Universalwalzwerk und das Walzgerüst 2 an. Der zweite liefert den Strom für drei 200 PS-Motoren mit veränderlicher Umdrehungszahl zum Antrieb der Gerüste 3 bis 7, und zwar haben die Gerüste 3 und 4, 5 und 6 und 7 je einen besonderen Motor. Die fünf Gerüste 3 bis 7 haben Walzen von 610 mm Dmr. und laufen mit 0 bis zu 200 Uml./min. Außerdem hat man noch einen 1000 kW-Umformer zur Lieferung von 250 V-Gleichstrom für die Hilfsmotoren und Krane aufgestellt.

Zum Anwärmen der Knüppel und Brammen dienen zwei Wärmöfen, und für einen dritten ist der Platz vorhanden. Jeder Ofen ist innen 17,07 m lang und 4,27 m breit und kann entweder mit Koksofengas oder Öl geheizt werden. Die aus dem Ofen ausgestoßenen Knüppel fallen auf einen Rollgang, der sie zu einer Teilschere mit Druckwasserantrieb bringt; von da gelangen sie mittels eines Schleppers zum Zuführungsrollgang des Universalgerüstes, das zwei Walzen von 685 mm Dmr. hat. Auf diesem Gerüst können Platinen in der Breite von 165 bis zu 760 mm gewalzt werden. Den Fertigstich erhalten die Platinen auf Gerüst 3, zu dem sie durch eine Schleppvorrichtung befördert werden.

Das Universalgerüst kann auch als Vorgerüst für große Träger oder für die ersten Stiche von Blechen von 165 bis zu 400 mm Breite benutzt werden, die in den übrigen

[1]) „The Iron Age" Bd. 119 (1927) S. 923.

RZ 394 Z 1

Abb. 6
Walzwerk der Wisconsin Steel Co.

Gerüsten fertig gewalzt werden. Das Universalgerüst k[…] in vollem Betrieb für die Herstellung von Platinen bleib[…] während auf den Gerüsten 2 bis 7 Walzen gewechselt w[…] den. Das Gerüst 2 hat zwei Walzen von 685 mm Dmr. [...] Auslaufrollgang des Gerüstes führt den Walzstab unmit[…] bar zum Gerüst 3, das drei Walzen von 610 mm Dmr. [...] von denen aber nur die beiden oberen angetrieben werd[…] während die untere Walze eine Schleppwalze ist, durch [...] die untere Walze des Gerüstes 4 angetrieben wird.

Der Walzstab, der im Gerüst 3 nur einen Stich empf[…] gen hat, wird auf den Zuführungsrollgang des Gerüste[…] gestoßen, das auch ein Duogerüst mit zwei 610 mm-Wal[…] ist. Die Oberwalze dieses Gerüstes wird durch die Mit[…] walze des Gerüstes 3 angetrieben. Der 2000 PS-Motor [...] diese Gerüste hat eine von 230 bis 460 Uml./min v[…] änderliche Drehzahl. Auch im Gerüst 4 erhält der W[…] stab einen Stich, geht dann über einen leicht geneig[…] Rollgang, der für das Walzen von Blechen eine Drehv[…] richtung hat, zum Gerüst 5 mit zwei Walzen von 610 [...] Dmr. und wird nach Verlassen dieses Gerüstes auf den [...] führungsrollgang des Gerüstes 6 mit drei Walzen gestoß[…] Die Gerüste 5 und 6 stehen in Linie und werden auch [...] einem 2000 PS-Motor durch Zahnradübersetzung mit D[…] zahlen zwischen 230 und 460 Uml./min angetrieben.

Der Antrieb zwischen den Gerüsten 5 und 6 ist ähn[…] wie zwischen 3 und 4, mit der Ausnahme, daß in die[…] Fall die zwei unteren Walzen im Gerüst 6 zum Wal[…] dienen, während die Oberwalze von Gerüst 6 eine L[…] walze ist, die nur dazu dient, die Oberwalze von Gerüs[…] anzutreiben. Die untere Walze von Gerüst 5 wird du[…] die Mittelwalze von Gerüst 6 angetrieben. Der Walzs[…] läuft nach Verlassen dieses Gerüstes einen geneigten R[…] gang hinauf zum Duogerüst 7 mit Walzen von 610 mm D[…] Vor dem Gerüst ist eine Kantvorrichtung eingebaut, [...] dünne Bleche oder Flacheisen hochstellen zu können. A[…] dieses Gerüst wird von einem gleichen Motor wie oben [...] getrieben.

Durch Verwendung von Schleppern ist erreicht, daß [...] Rollgänge parallel zueinander verlaufen, und da die A[…] laufrollgänge der Gerüste 1, 3 und 7 auf derselben Eb[…] liegen, befinden sich auch die dazu gehörenden Warmbe[…] in einer Ebene, so daß alle Walzstäbe einem einzi[…] Scherenrollgang zugeführt werden können. In den R[…] gang sind Winkel- und Flacheisen-Richtmaschinen, die [...] liebig verstellt werden können, eingebaut. Hinter der letz[…] Richtmaschine ist eine Schleppvorrichtung angeordnet, [...] die Walzstäbe auf zwei parallel zueinander liegende R[…] gänge abzieht, die sie zu den beiden Scheren bringt. [...] geschnittenen Enden fallen in ein Gerüst, das auf ei[…] Wage steht. Aus dem Gerüst werden die Stäbe mit [...] Kran herausgehoben. [M 394]

Amberg H. Illie[…]

Metallhüttenwesen

Das Coley-Verfahren zur Zinkdarstellung

Viel Beachtung findet neuerdings das Coley-Verfah[…] zur Zinkdarstellung. Besonders in England und in [...] Vereinigten Staaten kehren Berichte über das Verfah[…]

a Wärmöfen *b* Teilschere *c* 3100 PS-Antriebmotor *d* Erreger *e* Schlupfregler *f* Ilgner-Umformer *g* 2000 PS-Antriebmotoren *h* Umformer *i* Aiken-Warmbett *k* Warmbett *l* Winkel- und Flacheisen-Richtmaschine *m* Scheren *n* Abstoßvorrichtung *o* Gaserzeuger

i den technischen Zeitschriften mehrfach wieder[1]). Den richten kann man folgendes entnehmen:

Nach vierjährigen Vorversuchen ist der erste größere)fen bei Stewarts und Lloyds, Halesowen bei Birmingiam, errichtet worden.

Das Roherz (Blende, Galmei oder sonstige zinkische Rohstoffe oder Abfallstoffe) wird, auf 6,35 mm Maschenweite abgesiebt, in einen Vorerhitzer aufgegeben, in dem s getrocknet und teilweise abgeröstet wird. Aus diesem gelangt es in den Hauptreaktionsraum, eine etwa 9 m ange Röhre von annähernd ½ m Dmr. Durch Drehung ler schwach geneigt gelagerten Röhre wandert das Gut lurch die Röhre in etwa 3 h. Der Durchsatz beträgt rd. ½ t/h Roherz, d. h. 10 bis 12 t in 24 h.

Die Röhre besteht aus einer Sonderlegierung und wird durch Generatorgas mittels Regenerativfeuerung von außen beheizt. Die aufgegebenen Stoffe wandern m Innern der Röhre durch eine Oxydationszone und eine Reduktionszone. In der letzteren soll eine Temperatur von 1000 ° bis 1100 °C herrschen. Bei Eintritt n die Reduktionszone soll die Beschickung völlig in Oxyd umgewandelt und in poröser Beschaffenheit vorhanden sein.

Die Stoffe werden mittels flüssigen Kohlenwasserstoffs reduziert, der am Reduktionsende des Ofens durch die Achse des Hauptrohres eingeführt wird. Der Kohlenwasserstoff wird in kaltem Zustand mittels einer wassergekühlten Düse zugeführt, aus der er unmittelbar auf das erhitzte Oxyd gespritzt wird. Hierdurch soll vorzeitige Zersetzung durch Kracken vermieden und ein Zerfall in die Elemente erst beim Zusammentreffen mit dem Oxyd und in innigster Berührung mit diesem bewirkt werden.

Die Reduktionswirkung wird dem Kohlenstoff zugeschrieben, der im Augenblick der Entstehung vorhanden sein und daher besonders energisch wirken soll. Hieraus soll es sich auch erklären, warum die Reduktion sich bereits bei 1100 ° abspielt. Im Versuchsofen soll die höchste Reaktionswirkung schon bei 1000 ° erreicht worden sein.

Die Zinkdämpfe werden in einem wassergekühlten Kondensator niedergeschlagen. Der feste Rückstand wird am Ende der Röhre fortlaufend ausgetragen und ist zur Weiterverarbeitung auf Blei, Silber und andere Metalle geeignet.

Als Vorteile des Verfahrens werden geltend gemacht: fortlaufender Betrieb, Steigerung der Ausbeute, Minderbedarf an Arbeitskräften, Verminderung der Brennstoffkosten, leichte Verwertbarkeit der Rückstände und Wegfall der Retorte. Das Verfahren soll sich auch besonders zur Verarbeitung armer Erze (z. B. von Blende mit 20 vH Zn und weniger) eignen. Die Ausbeute soll aus reicheren Erzen 95 bis 98 vH, aus ärmeren Erzen 90 bis 95 vH betragen (Angaben von Stewarts und Lloyds). Die Kosten eines Ofens für 10 t Tagesdurchsatz werden zu 5000 £ gegenüber 20 000 £ unter gegenwärtigen Verhüttungsbedingungen, die reinen Verhüttungskosten (ohne Erzkosten) zu 5 £/t Rohzink, d. h. etwa ein Drittel der sonst üblichen, angegeben.

Die Durchführbarkeit des Coley-Verfahrens im praktischen Großbetrieb hängt zunächst entscheidend von der Sonderlegierung ab, aus der die Reaktionsröhre bestehen soll. Der Werkstoff muß bei 1200 bis 1300 ° Außentemperatur gegen die Feuergase unempfindlich sein und bei dieser Temperatur noch die vorgeschriebene Festigkeit haben, um das Eigengewicht und den Rohstoffinhalt ohne Formänderung zu tragen. Er muß ferner bei 1100 ° Innentemperatur der Röhre gegen die Einwirkung von Metalldämpfen, Kohlenstoff, Wasserstoff, Wasserdampf, SO_2- und CO_2-Gasen und Schlacken aller Art unempfindlich sein. Die Erfindung einer solchen Legierung wäre ein metallurgischer Fortschritt von umwälzender Bedeutung, in Sonderheit für viele Verfahren, die sich heute in Muffeln und Retorten abspielen. Ob die Sonderlegierung den Anforderungen entspricht, bleibt abzuwarten.

Was die chemisch-metallurgische Seite des Verfahrens anlangt, so hat die nacheinander erfolgende Oxydation und Reduktion innerhalb desselben röhrenförmigen Gefäßes den Nachteil, daß die Verbrennungsluft, deren der Röstvorgang bedarf, sowie die Gase, die in der Oxydationszone entstehen, — vornehmlich Wasserdampf, Kohlensäure und SO_2-Gase — durch die Reduktionszone streichen müssen. Um in dieser die zur möglichst vollständigen Reduktion erforderliche Konzentration an CO zu erreichen, wird infolgedessen mit einem hohen Überschuß an Reduktionsstoff gearbeitet werden müssen. Hierdurch wird die Notwendigkeit zur Anordnung des Vorerhitzers begründet sein, indem anzunehmen ist, daß die Gase aus dem Vorerhitzer besonders abgeführt werden und nicht durch die Hauptröhre streichen. Im Vorerhitzer tritt außer der Abtrocknung auch eine teilweise Abröstung der Blende ein. Da die Abröstung aber nur teilweise erfolgt, so dürfte die Verdünnung der SO_2-Gase in den Abgasen des Vorerhitzers so groß sein, daß ihre Weiterverarbeitung nicht in Frage kommen wird.

Der Kernpunkt des Verfahrens ist die Durchführung des Reduktionsvorganges durch Bespritzen des erhitzten Oxyds mit kaltem, flüssigem Kohlenwasserstoff. Es mag fraglich erscheinen, ob hierbei der Kohlenstoff wirklich in atomistischer Feinheit und nicht vielmehr in mehr oder weniger rußartiger Beschaffenheit auftritt. Immerhin läßt sich durch Laboratoriumversuche nachweisen, daß mittels des flüssigen Kohlenwasserstoffs in der beschriebenen Anwendung tatsächlich eine stark reduzierende Wirkung ausgeübt werden kann.

In den englischen Mitteilungen bleibt jedoch unerörtert, welche Rolle der gleichzeitig mit dem Kohlenstoff entstehende Wasserstoff spielt. Wahrscheinlich wirkt auch der Wasserstoff stark reduzierend auf das Zinkoxyd. Es bleibt jedoch zu bedenken, daß das hierbei entstehende H_2O auf den gebildeten Zinkdampf oxydierend einwirken muß. Im gleichen Sinne wirkt der Umstand, daß durch die Reduktion von ZnO durch C neben CO CO_2 entsteht, das bei Mangel an Kohlenstoff nicht wieder zu CO reduziert werden kann und nun seinerseits oxydierend auf den

[1]) Auszüge in „Metall und Erz" z. B. Bd. 23 (1926) S. 447, Bd. 24 (1927) S. 8.

Zinkdampf einwirkt. Als Enderzeugnis des Coley-Verfahrens kann demnach nicht metallisches Zink, sondern bestenfalls nur Zinkstaub erwartet werden.

Es wird ferner wohl damit gerechnet werden müssen, daß das im Verfahren gewonnene Erzeugnis nicht nur durch Flugstaub, sondern auch durch Ruß und ölige Bestandteile verunreinigt ist. Jedenfalls ist aus den Beschreibungen in keiner Weise zu ersehen, wie die Herstellung eines reinen Enderzeugnisses mit den beschriebenen Einrichtungen erreicht werden soll.

Immerhin läßt sich trotz der sehr dürftigen Angaben feststellen, daß das Verfahren zwar noch in vielen Beziehungen ausbaubedürftig ist, aber doch grundsätzlich entwicklungsfähig scheint und jedenfalls einen Fortschritt in der Richtung auf ein ununterbrochenes Zinkerzeugungsverfahren bedeutet.

Es ist wahrscheinlich, daß dieses weitgehend mechanisierte und fortlaufend arbeitende Verfahren einen verhältnismäßig geringen Aufwand an Bedienung bedingt. Auch ein verhältnismäßig hohes Zinkausbringen mag nicht unwahrscheinlich sein. Da ferner das ga Verfahren (Röstung und Reduzierung) sich in ein Hitze abspielt, so wird auch der Brennstoffaufwand, die Einheit des gewonnenen Zinks bezogen, günstiger lie als beim Muffelverfahren. Dafür dürften jedoch die Kos für Reduktionsstoffe, wenn ein erträgliches Ausbringen reicht werden soll, erheblich sein.

In der Hauptsache bleibt aber zu bedenken, daß Endergebnis des Coley-Verfahrens nicht Feinzink c Rohzink, sondern Zinkstaub, von vielleicht nicht ein sehr hoher Reinheit ist, so daß die in den englisc Quellen angegebenen Zahlen für Anlage- und Betriebskos mit dem Muffelverfahren, bei dem Rohzink erzeugt w nicht ohne weiteres verglichen werden können. Aus d gleichen Grunde scheint auch die von englischer S an das Coley-Verfahren geknüpfte Erwartung, „daß r sich davon in Kürze eine vollständige Unabhängigkeit Zinkbezuge vom Ausland versprechen könne“, zur Zeit n unbegründet. [N 645]

Keltsch (Oberschlesien) Bergrat Kurt Seid

Kleine Mitteilungen

Schwimmdock von 25 000 t

In der ersten Hälfte August d. J. haben vier Schlepper das als Kriegsentschädigungslieferung durch die Deutsche Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Werk Hamburg, erbaute Dock nach Bordeaux übergeführt.

Das Dock ist zum Selbstdocken nach dem Entwurf der Dockbaugesellschaft G. m. b. H., Hamburg, gebaut. Seine Länge über alles beträgt 220 m. Die Pontons sind 206,08 m lang, 42,34 m breit und 4,71 m hoch. Die lichte Weite zwischen den Seitenkästen beträgt 34 m, der größte Tiefgang der zu dockenden Schiffe 8,8 m.

Den für den Betrieb erforderlichen Strom liefern vier im Dock aufgestellte Dieseldynamos von je 260 PS_e. Bemerkenswert sind die Kielstapel und Kimmpallen, die vollständig elektrisch geschweißt sind. Eine ausführliche Veröffentlichung wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen. [N 749 a] Ls.

Kragträgerbrücke über den St. Lorenz-Strom

Die gegenwärtig im Bau befindliche Brücke über den Hafen von Montreal hat eine Hauptöffnung von 335 m mit zwei überkragenden Öffnungen von je 128 m Spannweite. Die lichte Höhe der mittleren Öffnung über Hochwasser beträgt rd. 49 m. Die Gesamtlänge der Brücke einschließlich 24 kleinen Öffnungen am linken und 16 kleinen Öffnungen am rechten Ufer wird rd. 3,1 km betragen. Neben einem mittleren Fahrweg von 11,4 m Breite faßt die Brücke noch zu beiden Seiten des Fahrweges je ein Eisenbahngleis und außen überhängend je einen Fußweg.

Als Baustoff für die Hauptöffnung wurde Siliziumstahl verwendet. Der gesamte zum Bau erforderliche Stahl wiegt 30 000 t, wovon etwa die Hälfte auf die Hauptöffnung entfällt. („Engineering News-Rec.“ 28. Juli 1927 S. 150*) [N 749 b] Sd.

Schwere Heißdampflokomotiven für Meterspur

Die Lokomotivfabrik Robert Stephenson & Co., Darlington, hat kürzlich sechs 1 D 1-Heißdampflokomotiven für die Kienja- und Ugandabahnen in Afrika gebaut, die auf einer Meterspurstrecke mit 1 : 50 größter Steigung bei einem kleinsten Gleishalbmesser von 99 m laufen sollen. Die Lokomotiven sollen die schwersten dieser Art für Meterspur sein; sie haben die normale Zweizylinder-Bauart mit 540 mm Zyl.-Dmr. und 710 mm Kolbenhub. Der Dampf wird durch Kolbenschieber von 254 mm Dmr. und 155 mm Hub verteilt, die durch Heusinger-Steuerung betätigt werden. Die Zylinder sind außerdem mit Druckausgleichventilen, Bauart Hendrie, ausgerüstet.

Die Lokomotive ist für Ölfeuerung eingerichtet, die aber auf Wunsch in Kohlenfeuerung umgebaut werden kann. Die Federn liegen über dem Barrenrahmen und sind durch Ausgleichhebel verbunden. Die elektrische Beleuchtung wird nach dem System Pyle National von einer Turbodynamo gespeist. Der Schlepptender läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und trägt einen abnehmbaren Ölbehälter, so daß er nach Bedarf auch Steinkohle aufnehmen kann. Die Länge von Lokomotive und Tender über die Puffer beträgt 22 110 mm, das Dienstgewicht rd. 155 t, gesamte Radstand 18 600 mm. Der Kesseldruck betr 12,7 at. („Engineering“ 12. August 1927 S. 199*) [N 749 c] Krs

Betriebstörungen in Kraftanlagen

Der diesjährige Bericht der British Engine, Boiler a Electrical Insurance Co. enthält eine große Anzahl für Praxis sehr wichtiger Beobachtungen über Maschin schäden im Betrieb. Die im Betrieb auftretenden Schäd lassen sich zurückführen auf vier Ursachen: Ungeeign Baustoffe, fehlerhafte Bearbeitung der Baustoffe, unzwe mäßige Bauart sowie unzulässige Beanspruchung u fehlerhafte Behandlung im Betrieb. Die letzte Ursache namentlich in kleinen Betrieben ohne genügende Bea sichtigung der Bedienung, bei weitem am häufigsten. sind z. B. zahlreiche ernste Störungen bei Rohrleitung und Wärmekraftmaschinen durch Wasserschläge beobach worden, ebenso durch zu hohe Dampftemperaturen (Gu eisen wird oft mit hochüberhitztem Dampf in Berühru gebracht) und Drücke. Bei Kesseln sind ernste Besch digungen und Explosionen oft die Folgen schlechter Spei wasserverhältnisse und ungenügender Reinigung der He flächen von Flugasche und Kesselstein. Zahlreiche, glü licherweise wegen des kleinen Wasserinhalts meist zieml harmlose Explosionen entstehen auch bei den Backöfen, die Perkinsrohre oft ungereinigtes Wasser enthalten u bei den sehr hohen Drücken und Temperaturen info der Kesselsteinbildung ungleichmäßigen und hohen Bea spruchungen ausgesetzt sind. („Engineering“ 12. Aug 1927 S. 208) [N 749 d] Pt

Gußeisen mit flüssigem Roheisenzusat

Das Gußeisen für die Zylindergußstücke der Ford-Kra wagen besteht aus einer Mischung von 50 bis 60 vH Ro eisen aus dem Hochofen und 40 bis 50 vH Gußeisen a dem Kuppelofen. Die beiden flüssigen Eisensorten werd in einem Mischer normaler Bauart gemischt. In Gießpfa nenwagen wird das Gemisch 20 t-Elektroöfen zugeführt, denen die Temperatur der Schmelze von rd. 1100 °C a rd. 1500 °C gesteigert wird. Das so erzeugte Gußeis enthält 1,8 vH Silizium und 0,06 bis 0,08 vH Schwef („The Engineer“ 12. August 1927 S. 176) [N 749 e] G

Antitrustbewegung in Amerika

Die Vereinigten Staaten von Amerika, „das freie Volk der Welt“, überwachen mehr als irgendein and Land (wenn man heute von Rußland absieht) die wi schaftliche Freiheit des einzelnen im Interesse des Gesam wohles. Daher hat in ihnen auch die Anti-Trustbewegung F men angenommen, die uns zum Teil unglaublich erschein

Augenblicklich beschäftigt die amerikanischen Gemü besonders die Frage der Beziehungen zwischen der Uni Staates Steel Corp., der General Motors Corp. und der E. du Pont de Nemours Co. Eine besondere Kommission eingesetzt worden, um die möglicherweise ungesetzlich Beziehungen zwischen diesen drei Gesellschaften aufz decken. Man darf auf die Ergebnisse dieser Untersuchu und noch mehr auf die daran von staatswegen eingeleitet Maßnahmen gespannt sein. („The Iron Age“ 4. August 19 S. 283) [N 749 f] Fr.

BÜCHERSCHAU

spannungstechnik. Von Arnold Roth. Berlin 1927, ius Springer. 534 S. m. 437 Abb. Preis 31,50 ℳ.

Iit der Vergrößerung der Stromversorgungsnetze und rhöhung der Betriebspannungen wächst die Bedeutung Hochspannungsfragen. Das war der Anlaß dazu, daß Verfasser des vorliegenden Buches seine Erfahrungen die Ergebnisse seiner Forschungen der Öffentlichkeit glich machte. Obwohl die Arbeiten auf diesem Genoch ständig im Fluß sind, so daß keine abschließende nlose Darstellung möglich ist, kann man das einen des Buches nur begrüßen; denn es bringt neben gung zu neuen Forschungen dem Hochspannungsieur die Mittel zur Lösung der Aufgaben, die ständig n herantreten. Der Verfasser behandelt die Theorie lektrischen Feldes, bespricht die Isolierstoffe der Hochungstechnik und kommt dann auf die Fragen der ingungen in Leitungsnetzen. In diesem Zusammen- werden auch die Schutzvorrichtungen der Anlagen die Verfahren zu ihrer Prüfung behandelt. Ein umeiches Verzeichnis des Schrifttums gibt einen guten lick über die neuen Veröffentlichungen über Hochspansfragen. [E 635] Parey

Eigenschaften elektrotechnischer Isoliermaterialien in phischen Darstellungen. Von U. Retzow. Berlin 7, Julius Springer. 250 S. m. 330 Abb. Preis 24 ℳ.

Dr. Retzow will sein Buch als „aus Technik und nschaft heraus — für die Praxis bestimmt" wissen. Die 330 Schaubilder, die sich auf ausgeführte Versuche n, sind in drei Hauptabschnitte gegliedert: A. Die schaften fester und faseriger Isolierstoffe, B. Die schaften flüssiger und erstarrter Isolier- und Ausgußn und der Lacke, C. Die Eigenschaften gasförmiger rstoffe. Innerhalb jedes dieser Abschnitte werden zut die elektrischen Beanspruchungen behandelt, dann sonstigen Eigenschaften, wie spezifisches Gewicht, neausdehnung und -leitung usw.

In den Abschnitten D und E ist die benutzte, sehr umeiche Literatur angegeben, auf die in den Abschnitten d C teils bei den einzelnen Schaubildern, teils sumch am Ende jedes Unterabschnittes hingewiesen ist. Es ist sehr zu empfehlen, daß bei einer Neuauflage des es besonders das alphabetische Stoffverzeichnis gründrweitert wird, da die jetzt vorliegende Form dem Char des Buches als Nachschlagewerk nicht entspricht. [488] A. Schob

ben aus der Elektrotechnik. Von Rob. Mayer. 2. T.: hselstromtechnik. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1927, nz Deuticke. 207 S. m. 116 Abb. Preis 7 ℳ.

Der Schwerpunkt des Buches liegt bei den 91 Bein mit Lösungen der wesentlichsten Rechnungen der selstromtechnik. Der eigentliche Text ist nur er umfaßt in knapper Form die theoretischen Grund- Das Buch wird innerhalb des Aufgabenkreises, hm der Verfasser selbst stellt, beim Studium und bei rholungen, gute Dienste leisten. [628] Pa.

ns-Jahrbuch 1927. Herausgeg. von der Siemens & ske A.-G. und den Siemens-Schuckertwerken, G. m. b. H., lin 1927, VDI-Verlag. 472 S. m. Abb. Preis 12,— ℳ, VDI-Mitglieder 10,80 ℳ.

ie Siemens-Werke lassen hiermit den ersten ihrer jähr. Berichte über ihre Fortschritte und Entwicklungsen auf verschiedenen Gebieten erscheinen. Das Buch ehr als der Bericht einer einzelnen Firma, denn die ng der Siemens-Werke und ihr umfangreicher Aufkreis bedingen, daß sich in ihren Arbeiten die neueste cklung der Elektrotechnik ganz allgemein ausdrückt, nur im Rahmen der Arbeiten der Siemens-Werke.

us dem Inhalt, zu dem bekannte Fachleute beigetragen , können auszugweise nur nachstehende Arbeiten er- werden: Hohlseile und Kabel für hohe Spannungen, lektrifizierung Irlands, die Funkengrenze bei Gleichmaschinen, Pupinkabel, Schnelltelegraphie, klangte Fernübertragung und Großlautsprecher, neue Meß-, Entdeckung zweier neuer Elemente (Masurium und um), Oberflächenveredelung von Metallen, betriebssche Verbesserungen, Fließarbeit, Fortschritte der bhebenden Formung u. a. m. Schon dieser Auszug wie mannigfaltig die Fragen sind, die in dem Jahrbehandelt werden.

u Anfang des Buches zeigen einige geschichtlich benswerte Briefe von Werner Siemens Fragen der Elektrotechnik aus dem Jahre 1877. Die kommenden Siemens-Jahrbücher sollen noch mehr aus den ersten Jahren der Elektrotechnik bringen, damit das Bild der Entwicklung möglichst geschlossen wird. Wenn diese Jahrbücher auf der gleichen Höhe bleiben wie der vorliegende erste Band, so wird die Bücherreihe ein bemerkenswerter Beitrag zur Geschichte der Elektrotechnik sein.

Das gut ausgestattete, mit Abbildungen und Schaltbildern reich versehene Jahrbuch gibt dem Leser nicht nur ein Bild der Entwicklung der Elektrotechnik und ihrer Grenzgebiete im letzten Jahre, sondern darüber hinaus zahlreiche Anregungen; es kann deshalb bestens empfohlen werden. [E 745] Parey

Bridge Architecture. Von Wilbur J. Watson. New York 1927, William Helburn. 288 S. mit 200 Abb. Preis 17,50 $.

Mit dem vorliegenden Prachtband, der insgesamt 200 Abbildungen besonders hervorragender Brückenbauwerke der ganzen Welt vom Altertum bis zur Neuzeit enthält, soll dem Leser ein Begriff gegeben werden von den künstlerischen Wirkungen, die solche Bauwerke in ihrem Gesamtaufbau wie durch Einzelheiten auf den Beschauer ausüben, wenn der Erbauer diesen Anforderungen gerecht geworden ist. Diese Absicht ist dem Herausgeber voll und ganz geglückt, die Auswahl ist vorzüglich getroffen. Im ergänzenden Text werden verschiedene der abgebildeten Brücken noch eingehend erläutert. Schwierigere Fachausdrücke sind hierbei vermieden, so daß auch der auf diesem Gebiet weniger Heimische schnell mit dem Buche vertraut wird.

Druck des Textes und Wiedergabe der Abbildungen sind erstklassig. Es bereitet einen wirklichen Genuß, das Buch zu durchblättern. Um so mehr ist der wenigstens für deutsche Verhältnisse außerordentlich billige Preis hervorzuheben. [E 751] Sd.

Flugschriften der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft, 16. H.: **Die Behandlung landwirtschaftlicher Maschinen.** Von Prof. Holldack. 5. Aufl. Berlin 1927, Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft. 68 S. m. 28 Abb. Preis 1,35 ℳ.

Der großen Masse der Landwirte ist die Maschine bis auf den heutigen Tage etwas Wesensfremdes geblieben, obwohl das Zeitalter der Technik auch für die Landwirtschaft grundlegende Veränderungen und besonders eine stark erweiterte Maschinenanwendung hervorgerufen hat. Die meisten Maschinen werden nur während einer sehr kurzen Betriebsdauer gebraucht; ist ihre „Saison" vorüber, werden sie oft in eine Ecke — selten in einen Schuppen — gestellt, wo sie in Wind und Wetter rosten, bis sie im nächsten Frühjahr gebraucht werden. Es ist klar, daß so behandelte Maschinen ihren Dienst versagen müssen und endlose Ausbesserungen erfordern. Dazu kommt meist eine falsche Behandlung und Führung der Maschinen im Gebrauch.

Es wäre unbillig, von dem Landwirt, der einen sehr vielseitigen Betrieb zu leiten hat, auch noch eingehende Maschinenkenntnis zu verlangen. Um so dankbarer wird er sein, wenn ihm von berufener Seite eine Anleitung in die Hand gegeben wird, die ihm sehr viel Geld für Neuanschaffungen, sehr viel Ärger für Ausbesserungen und vor allem sehr viel Zeit für seine Wirtschaft erspart. Die Schrift von Prof. Holldack sollte ein jeder Landwirt, jeder Aufseher und Maschinenführer bei sich tragen. Es ist kein Heft im trockenen Gelehrtenton, sondern von einem Praktiker, der selbst alle Freuden und Leiden des Betriebsleiters kennt, für den Landwirt geschrieben, der kein technischer Fachmann ist. Nur der wirkliche Praktiker kann jeder Maschine ihre Tücken so ablauschen und für alle möglichen Leiden und Fehler in einer so überaus praktischen, klaren Übersicht Abhilfe schaffen, wie Prof. Holldack in diesem Buche. Auch für den Unterricht in allen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Schulen dürfte es ein besonders willkommenes Hilfsmittel sein. [E 390] Brauer

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgeg. von W. Wien und F. Harms. 14. Bd.: Kathodenstrahlen. Von P. Lenard und A. Becker. Kanalstrahlen. Von Wilhelm Wien. Leipzig 1927, Akademische Verlagsanstalt. 788 S. m. 352 Abb. Preis 72 ℳ.

Bei der Erforschung der elektrischen Erscheinungen mit Hilfe der Geißlerschen Röhre und ihrer Abarten hat man eine Reihe von Lichterscheinungen gefunden, und es war in den letzten Jahrzehnten eine Hauptaufgabe der theoretischen und praktischen Physik, die verschiedenen Erscheinungen voneinander zu trennen, um ihr Wesen gesondert erforschen zu können. Im vorliegenden Werke wird

über die Versuche berichtet, die zur Klärung der Vorgänge bei der Kathoden- und Kanalstrahlung von verschiedenen Forschern vorgenommen worden sind. Von den von Hittorf im Jahre 1869 entdeckten Kathodenstrahlen weiß man, daß sie aus Teilchen der Urmaterie (Elektronen) bestehen, die sich auch im luftleeren Raume mit großer Geschwindigkeit fortbewegen. Lenard hat diese Strahlen im Jahre 1892 durch ein Fenster aus der Röhre herausgeleitet und so für reine Versuche zugänglicher gemacht. Dabei fand er u. a. das wichtige Gesetz, daß das Absorptionsvermögen verschiedener Stoffe für Kathodenstrahlen der Masse dieser Stoffe verhältnisgleich ist. Außerdem fand man, daß das Verhältnis $\frac{e}{m}$ (Ladung zu Masse) bei den Strahlteilchen unveränderlich ist. Diese und andre Erscheinungen sind zur Grundlage der Elektronen- und Quantentheorie sowie der Relativitäts- und Atomtheorie geworden. Lenard steht allerdings auf dem Standpunkt, daß die heute angegebenen Atommodelle die Erscheinungen bei den Kathodenstrahlen nur mangelhaft wiedergeben, und daß gerade das Aufeinanderwirken von Elektronen und Atomen durch diese Modelle im einzelnen nur wenig dargestellt wird.

Bei den von Goldstein im Jahre 1898 entdeckten Kanalstrahlen, die von der Anode ausgehen und aus positiv und negativ geladenen Atomen und Molekülen bestehen, liegen die Verhältnisse wohl noch verwickelter als bei den Kathodenstrahlen.

Diese kurzen Angaben mögen für einen Hinweis auf die Bedeutung des vorliegenden Werkes genügen.

[E 501] W. S.

Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? Von K. Kleppisch. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 38 S. m. Abb. Preis 1 *M.*

Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts sucht eine Reihe von Leuten zu beweisen, daß die alten Ägypter den gewaltigen, 147 m hohen Steinhaufen der Cheopspyramide nur aus dem Grunde erbaut haben, um mathematische Beziehungen zu verewigen. Während es früher die Zahl π und astronomische Werte sein sollten, sucht Kleppisch zu zeigen, daß der bereits bei vielen Gelegenheiten hineingedeutete goldene Schnitt in den Oberflächen der Pyramide zum Ausdruck kommt, indem sich die Grundfläche zur Mantelfläche wie diese zur Gesamtfläche verhält.

Man versteht nicht recht, warum sich die Erbauer aus diesem Grunde eine so mühselige Arbeit gemacht haben sollten und möchte annehmen, daß die Pyramide unvollendet geblieben wäre, wenn tatsächlich der goldene Schnitt die Ursache ihrer Entstehung gewesen sein sollte. Näher liegt die Annahme, daß der damalige Herrscher mit seinem Bau öffentlich ein Denkmal seiner Macht geben wollte.

[E 632] Dr. W. Schmidt

Elektrische Widerstandschweißung und -erwärmung. Von A. J. Neumann. Berlin 1927, Julius Springer. 193 S. m. 250 Abb. Preis 17,50 *M.*

Kohle-Koks-Teer, 15. Bd.: **Über den esthländischen Ölschiefer „Kukkersit".** Von Helmut W. Klever und Karl Mauch. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 60 S. Preis 5,20 *M.*

Principles of metallurgy of ferrous metals. Von Cammen. 2. Aufl. New York 1926, The Am Society of Mechanical Engineers. 145 S. m. 34 Preis 2 $.

Die Herstellung der Blattfedern. Von T. H. San Deutsche Übersetzung von A. Cecerle. Berlin Julius Springer. 245 S. m. 182 Abb. Preis 27 *M.*

Die Metallhüttenpraxis in Einzeldarstellungen, 1. Bd. **Zinkdestillationsprozeß.** Von W. Holtmann. a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 99 S. m. 28 Abb. 7,40 *M.*

Der Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrün gen. Von J. Jahn. Berlin 1927, Verlag der Ver wissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. b Deutschen Reichsbahn. 151 S. m. 27 Abb. Preis

Die hundertjährige Eisenbahn. Von Artur Fürst. 1927, Deutsche Buchgemeinschaft G. m. b. H. 309 vielen Abb. Preis 7,50 *M.*

Handbuch der Brauerei- und Kellerei-Maschinenind Herausgeg. von H. Schulze-Hesse. Berlin Atlas-Verlag Dr. Alterthum & Co. 312 S. Preis 18

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, 4 4. H.: **Beiträge zur Grundwasserkunde.** Von W Koehne. Berlin 1927, E. S. Mittler & Sohn. 24 6 Abb. Preis 5 *M.*

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 2. R., 3. H.: **Die sandung städtischer Abwässer.** Von G. Ehnert. chen und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 31 S. m. Preis 4,50 *M.*

Autotechnische Bibliothek, 81. Bd.: **Die Licht- und Anl anlagen.** Von Luth Westerkamp. Berlin 1927, Carl Schmidt & Co. 144 S. m. 116 Abb. Preis 3,50

Die Entwicklung der Naturtechnik. Von J. Friedr. tung. Obersalzbrunn (Bez. Breslau) 1927, H. & Co. 308 S. m. 56 Abb. Preis 28 *M.*

Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturw schaften und der Technik. Herausgeg. von Schuster. 10. Bd., 1./2. H. Juli 1927. Le F. C. W. Vogel. 240 S. Preis 15 *M.*

Aus Natur und Geisteswelt, 14. Bd.: **Das deutsche Han** in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von E Otto. 6. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Te 133 S. m. 23 Abb. Preis 2 *M.*

Quälgeist Haftpflicht. Die Haftpflichtfragen des täg Lebens und ihre Bedeutung. Von Walter Bohlm 2. Aufl. Berlin-Wilmersdorf 1927, Verlag „Deutsche sicherungs-Presse". 134 S. Preis 3,50 *M.*

Was müssen Käufer und Verkäufer elektrischer Arbei der Phasenverschiebung und ihrer Bekämpfung wi Von Gustav W. Meyer. Bodenbach a. E. und S 1927, Meyers Technischer Verlag. 182 S. m. 74 Preis 5 *M.*

Das Arbeitsrecht Deutschlands, 9. Bd.: **Das Arbeitsger gesetz vom 23. Dezember 1926.** Von Paul Wölbl Berlin und Wien 1927. Spaeth & Linde. 324 S. Preis

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 2. **Konjunkturforschung und Wirtschaftsrationalisie** Von Friedr. Bernet. Zürich 1927, Hofer & Co. m. Abb. Preis 3 Fr.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

D. 71 SONNABEND, 3. SEPTEMBER 1927 NR. 36

Akustische Lotverfahren, Geräte und Erfahrungen

Von Dr. E. Lübcke, Berlin-Siemensstadt

Das akustische Lot als wertvolles Hilfsmittel der neuzeitlichen technischen Schiffsführung — Zurückführung der Tiefenmessung auf eine Zeit- oder Winkelmessung — Vorzüge und Nachteile der praktisch verwendeten Verfahren und Geräte

n der Schiffsführung benutzt man heute alle Fortschritte der Technik, um den Schiffsort zu jeder Zeit möglichst genau festlegen zu können. Früher war man hierzu die Sonne und die Gestirne angewiesen. Jetzt gehören eits der Kreiselkompaß mit Selbststeuerer und Kursreiber sowie die Funk-Peilanlagen zur Ausstattung jedes ßen Fahrgastschiffes. Von den Wasserschallanlagen[1]) cht man bei Annäherung an die der Küste vorgelagerten uerschiffe weitgehenden Gebrauch. Das Lot, das Gerät Messung der Meerestiefe, wurde bis vor kurzem zur ung nur in besonderen Fällen benutzt, da die gebräuchen Formen des Handlotes und des Thomson-Lotes nicht nügend handlich waren. Erst das letzte Erzeugnis der sserschalltechnik, das akustische Lot, gibt der Schiffsung ein brauchbares Lotgerät. Mit ihm wird man eine iefkarte der Meere herstellen und zur Ortung ausnutzen nen.

Die heute gebräuchlichen Schallote kann man in drei uppen einteilen: Bei der ersten Gruppe dient die ufzeit einer Schallwelle als Tiefenmaß, bei der eiten wird der beidohrige Richtungseindruck zum ten verwendet und bei der dritten Gruppe schließt man der Fallzeit eines mit gleichmäßiger Geschwindigkeit kenden Körpers auf die Tiefe. Dabei wird ein Schallchen selbsttätig ausgelöst, wenn das Fallot den Meeresund erreicht hat.

Akustische Lote nach dem Zeitmeßverfahren

Ein deutsches Patent auf ein Schallot der ersten uppe wurde dem Amerikaner Eells bereits 1907 ert. Von einer praktischen Ausführung ist nichts bent. In Deutschland gebührt A. Behm das Verdienst, erster das Echo im Wasser im Lichtbild aufgenommen d zur Tiefenbestimmung benutzt zu haben.

Für eine genaue Bestimmung der Tiefe aus der Laufzt des Schalles muß die Schallgeschwindigkeit im sser an dem Untersuchungsorte bekannt oder berechen sein. Für eine Überschlagsrechnung kann man die allgeschwindigkeit in Seewasser zu etwa 1500 m/s anmen. Man sieht daraus, daß der Schall im Wasser ße Strecken in kurzen Zeiten durchläuft, also die Logen in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden können; bei Tiefen in der Nähe der Küste in Bruchteilen einer unde. Diese kurzen Lotzeiten sind kennzeichnend das Echolot, bringen aber auch viele technische Schwiekeiten mit sich, da der Zeitunterschied vielfach auf 01 s (d. h. 0,75 m Wassertiefe) genau zu messen ist.

Die Arbeitsweise des Echolotes ist in Abb. 1 dargelt. Von der Schallquelle a dringt der Schall in Form Kugelwellen in das Wasser, der an der Stelle i den len treffende Anteil wird so zurückgeworfen, daß er Empfänger e zurückkommt. Der durch $b_1 + b_2$ behnete Weg ist der kürzeste, auf dem der zurückgeworfe Schall den Empfänger e erreicht. Für den direkten all ist als kürzester Weg der über f möglich. Beim allabgang wird die Zeitmeßvorrichtung des Anzeigeätes g ausgelöst und bei der Ankunft des Echos abgebremst. Die Schallgeschwindigkeit c nimmt man für den ganzen Weg als unveränderlich an. Ist $2\,d$ die Entfernung von Sender a und Empfänger e und h ihr Abstand von der Wasseroberfläche, dann ist die gemessene Laufzeit $t = 2\,b/c$, die gelotete Tiefe

$$H = \sqrt{b^2 - d^2} \quad \text{oder} \quad H = \sqrt{0{,}25\,c^2\,t^2 - d^2}$$

und die Gesamttiefe

$$T = h + H = h + \sqrt{0{,}25\,c^2\,t^2 - d^2}\,.$$

Bei $c = 1500$ m/s ist

$$T = h + \sqrt{560\,000\,t^2 - d}\ \text{[m]}\,.$$

d entspricht der halben Schiffsbreite; ist $d = 5$ m, so kann man diesen Wert bereits bei Tiefen über $H = 25$ m vernachlässigen, da er weniger als 0,5 m ausmacht, bei $d = 10$ m erst bei $H = 100$ m. Um die Tiefe bis auf 0,50 m zu messen, muß der Zeitunterschied t bis auf 0,000 67 s genau bestimmt werden. Bei einer Lottiefe von 10 m ist $t =$ rd. 0,014 s. Diese Zahlen geben einen Anhalt für die an das Anzeigegerät bei dem Zeitmeßverfahren gestellten Anforderungen.

Als Schallquelle kann entweder ein Knall, ein Ton oder ein Ultraton benutzt werden.

Abb. 1
Anzeigegerät für die Zeitmessung

a Schallquelle (Sender)
b_1, b_2 Weg der Schallwellen
$2\,d$ Entfernung zwischen Sender und Empfänger
e Empfänger
f kürzester Weg der gebeugten Schallwelle
g Anzeigegerät für die Zeitmessung
H gelotete Tiefe
h Abstand des Senders und des Empfängers von der Wasseroberfläche
i Auftreffpunkt der Schallwellen auf dem Meeresboden

Echolote mit Knallsender

Echolote von A. Behm[1a]). Behm wollte ursprünglich die Lautstärke des Schalles messen und aus ihrer Abnahme bei der Ausbreitung den Schallweg und damit die Tiefe bestimmen. Hier waren die Schwierigkeiten wegen der Verluste beim Rückwurf, die als weitere Unbekannten hinzukommen, so groß, daß er sehr bald auch zum Zeitmeßverfahren überging. Als Schallquelle benutzt Behm einen Knall. Dieser wird bei den neuesten Geräten mit

[1]) E. Lübcke, Z. Bd. 64 (1920) S. 805, und die neuesten Wasserschallapparate und ihre Anwendungen. Leipzig 1926, Hachmeister & Thal.

[1a]) Vergl. A. Behm, Ann. d. Hydrographie, Bd. 49 (1921) S. 241, Bd. 50 (1922) S. 289. — Bruno Schulz, Ann. d. Hydrographie, Bd. 52 (1924) S. 254 u. 289.

Abb. 2
Kurzzeitmesser

a ausgewuchtete Scheibe
b Eisenanker
c, *h* Elektromagneten
d Nase
e Anschlag
f Ankerhaken
g Blattfeder
i Bremsbacke
k Anker
l Glühlampe
m Spiegel
n Teilung
o geriffelter Bremsrand der Scheibe *a*
p Geber (Patrone)
q, *r* Mikrophone
s Spiralfeder

Patronen von 8 g Ladung und etwa 10 mm Dmr. erzeugt, die von der Brücke aus in einer Rohrleitung zu einer Abschußvorrichtung gleiten. Die Patrone *p*, Abb. 2, wird elektrisch abgeschossen und zerknallt etwa 2 bis 3 m unter der Wasseroberfläche. Die Knallwelle erregt zuerst das Mikrophon *q* und nach der Rückkehr vom Meeresboden das Mikrophon *r*. Zwischen beiden Mikrophonen befindet sich der Schiffskörper, der die unmittelbare Schallwelle vom Mikrophon *r* fernhält. Der dem Schmidtschen Federzeitmesser der Ballistik nachgebildete Kurzzeitmesser[2]) ist in Abb. 2 in der Anfangstellung gezeigt. Er besteht aus einer genau ausgewuchteten, um ihre Achse in Rubinen drehbaren Scheibe *a*, auf der ein Eisenanker *b* sitzt. Der Mikrophonstrom im Elektromagneten *c* zieht den Eisenanker *b* an, bis die Nase *d* der Scheibe gegen den Anschlag *e* stößt. Zugleich wird die Abschnellfeder *g* durch den Haken *f* gespannt. Bei Erregung des Mikrophons *q* durch die abgehende Knallwelle wird der Strom so weit geschwächt, daß die Feder *g* die Scheibe *a* dreht, bis das Echo das Mikrophon *r* erreicht, den Strom im Elektromagneten *h* des Bremsstromkreises schwächt und die Bremsbacke *i* gegen den geriffelten Rand *o* der Scheibe *a* drückt. Der auf der Scheibenachse sitzende Spiegel *m* verschiebt den Lichtzeiger dann von der Nullage aus auf der Teilung *n*. Der Abgangs- und Bremsstromkreis sind so geschaltet, daß bei Stromschwächung die Elektromagneten *c* und *h* stromlos werden. Die Teilung muß den Verhältnissen an Bord des Schiffes und der Stärke der Feder entsprechend geeicht werden.

Mit diesem Kurzzeitmesser sind von A. Behm eine Reihe von Bauarten für verschiedene Wassertiefen ausgebildet worden. Nach den vorliegenden Messungen reicht die Knallstärke einer 8 *g*-Patrone noch hin, um bei 100 m Wassertiefe den Bremsstromkreis auszulösen. Bei größeren Tiefen muß man entweder das photographisch aufzeichnende Lot oder das Ohrlot benutzen. Bei diesem wird der Kurzzeitmesser beim Abschuß ausgelöst und durch einen vom Beobachter bedienten Kontakt angehalten, wenn das Eintreffen des Echos am Mikrophon *r* abgehört wird. Bei größeren Tiefen läßt Behm die Scheibe mehrmals umlaufen.

[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 196.

Der Kurzzeitmesser allein mißt bis auf $^1/_{10000}$ s [ge]nau[3]), hat also eine für praktische Bedürfnisse mehr ausreichende Genauigkeit. Es kommen aber für das [...]verfahren noch einige andre Fehlerquellen in Frage; ändert sich die Echostärke mit der Tiefe und mit der [Be]schaffenheit des Meeresgrundes. Bei starken Schwank[un]gen können Zeitunterschiede von $^1/_{100}$ s auftreten. Fe[rner] ist noch die Lage des Knallortes zu dem Abgangsemp[fän]ger *q* und die Fahrt des Schiffes von Einfluß auf das M[eß]ergebnis, da die Patrone erst etwa 1 s nach dem Absc[huß] zerknallt. Verlegt man den Knallort hinter das Ausl[...]mikrophon *q*, dann treten nur Zeitunterschiede von $^1/_1$[...] auf. Unabhängig von beiden genannten Fehlerquellen v[...]den bei einer Entfernungsmessung in der Wagerech[ten] zwischen 20 und 500 m Abstand der Mikrophone Ab[wei]chungen vom Mittelwert von nur etwa $^1/_{1000}$ s beobach[tet].

Bei dem Gebrauch an Bord treten jedoch größere [Ab]weichungen auf, so daß man die Genauigkeit zu höchs[tens] 5 bis 10 vH annehmen darf. Das Behm-Lot zeichnet [sich] durch geringes Gewicht, besonders für den Sender, [aus]. Es ist deshalb besonders für Flugzeuge und Luftsch[iffe] geeignet[4]). Das Äußere des neuesten Behm-Lotes, mit [dem] in Luft und in Wasser Messungen in 0,5 s Abstand m[ög]lich sind, zeigt die Abb. 3. Der Lichtzeiger springt [...] nicht auf einen festen Wert, wie bei dem gewöhnlic[hen] Kurzzeitmesser, sondern beim Ansprechen des Abga[ngs]mikrophons bewegt sich ein Lichtfleck, mit dem Auge [ver]folgbar, auf der Teilung. Bei Erregung des Echoempfäng[ers] findet eine plötzliche Ablenkung des Fleckes statt, *a*[...] Abb. 4, der Fleck führt dann noch eine Reihe von Schw[in]gungen aus, die mit der Messung selbst nichts zu tun hab[en]. Zu beobachten bleibt hier der erste Einsatz der Ablenku[ng].

Echolot der italienischen Marine. [Bei] diesem nur für große Tiefen geeigneten Lote[5]) dient [...] in etwa 7 bis 10 m Tiefe elektrisch abgefeuerte Bombe [...] 2 kg Trinitrotoluol als Schallquelle. Man erhält damit [...] 4500 m Tiefe noch ein dreifaches Echo. Die Tiefe w[ird] aus dem Zeitabstand zweier aufeinanderfolgender Ec[hos] bestimmt. Man arbeitet mit einem Empfänger, dessen Str[om]schwankungen mit Röhren verstärkt, durch ein Teleph[on]relais gleichgerichtet und auf einen Papierstreifen au[...]

[3]) Vergl. H. Stenzel, Werft, Reederei, Hafen Bd. 7 (1926) S.[...]
[4]) Vergl. A. Behm, Beiheft 13 z. Z. f. Flugtechnik und Motorl[uft]schiffahrt 1926.
[5]) Vergl. G. Cicogna, Rivista Marittima, 1924 S. 657, 1925 S. 5[...]

Abb. 3
Behmlot L 3 für Flugzeuge
(Type V des Wasserlotes)

Abb. 4
Wanderung des Lich[t]fleckes beim Behml[ot] Type L 3

Abb. 5
Aufzeichnung des Echolotes der italienischen Marine

zchnet werden, der mit 17 cm/s Geschwindigkeit abläuft. D stets vorhandenen Störgeräusche ergeben eine Abweichung von der Nullinie, über die sich die Explosion lagert. Die Azeichnung entspricht etwa der Abb. 5. Den Zeitpunkt de Knalleinsatzes erhält man mit beträchtlicher Genauigkeit, wenn man den Punkt wählt, wo die Kurve von der Tgente an den ungestörten Verlauf abweicht.

Der Zeitunterschied zwischen den einzelnen Echos ist bi auf etwa $^1/_{100}$ s zu bestimmen. Die Zahl der Lotungen wi d durch den Preis für jede Bombe beschränkt. Die 19 während der Überfahrt nach Südamerika an Bord de „San Marco" vorgenommenen Messungen auf 2500 bis 50 m Tiefe stimmen mit den benachbarten Kartenangaben g überein. Wegen der Größe der Sprengladung ist das Vfahren für die Handelsschiffahrt nicht geeignet.

Echolote mit Tonsender

Als Schallquelle dient bei dieser Art akustischer Lote ei Tonsender, der Schall genügender Intensität an das Wsser abzugeben gestattet. Die zur Aufnahme benutzten Epfänger und Empfangseinrichtungen können genau auf di Sendefrequenz (1050 oder 1200 Hertz) abgestimmt werde Störungen durch andere Geräusche können das Meßerbnis deshalb kaum beeinflussen. Meist benutzt man ei Telephon zum Abhören des Echos. Um einen Schall de Frequenz 1000 Hertz im Wasser als Ton zu empfinde sind infolge physiologischer Eigenschaften des menschichen Gehörorgans 10 Schwingungen in 1 s erforderlich, d. eine Einschaltzeit des Senders von wenigstens $^1/_{100}$ s[6]). Tien unter 15 m lassen sich also mittels Abhörens übersaupt nicht ermitteln. Mit absoluter Sicherheit arbeiten die Apparate erst von 50 m ab und dann bis zu den grßten Tiefen. Geringere Tiefen sind nur mit selbsttätig arbeitenden Anzeigegeräten unter Ausschaltung des Abhörens zu messen.

Tiefenmesser von Fessenden. Die einfachste Anordnung ist von dem Amerikaner Fessenden[7]) angegeben. Er benutzt den von ihm gebauten Oszillator al Sender[8]) und gewöhnliche Wasserschallempfänger. Die Echozeit wird mit einer mit bekannter, unveränderlicher Geschwindigkeit umlaufenden Scheibe a bestimmt, die von de Motor b angetrieben wird, Abb. 6. Die Scheibe a au Isolierstoff trägt einen Kontaktstreifen c. Der Sender d wird also erregt, wenn c unter den Bürsten e ist. Das Echo hört man im Telephon f, wenn durch den Streifen c die Bürsten g verbunden werden und der induktiv angekoppelte Empfänger h gerade von dem Echo getroffen wird. Die Zeit, die der Schall vom Sender d über den Meeresboden zum Empfänger h braucht, entspricht dem Winkel zwischen dem feststehenden Bürstenpaar e und den beweglichen Empfängerbürsten g, der durch den Zeiger i auf der Teilung k angezeigt wird. Die Bürsten g werden durch den Handgriff l in die Empfangstellung gebracht.

[6]) Vergl. E. Lübcke, Z. f. techn. Phys. Bd. 2 (1921) S. 51.
[7]) Vergl. R. A. Fessenden, Amer. Pat. 1 217 585.
[8]) Vergl. Z. Bd. 59 (1915) S. 967.
[9]) Vergl. E. Lübcke, D.R.P. 351 190.

Abb. 6
Tiefenmesser von Fessenden

a Kontaktscheibe aus Isolierstoff
b Motor
c Kontaktstreifen
d Sender
e Bürsten dazu
f Telephon
g Bürsten dazu
h Empfänger
i Zeiger
k Teilung
l Handgriff

Abb. 7
Der Tonsender des Lotes der britischen Admiralität

a Hammer b Stahlmembran c Elektromagnet

Bei dieser Einrichtung können Fehler dadurch entstehen, daß der Schall mehrmals zurückgeworfen wird, oder daß man eine zu geringe Tiefe mißt, wenn der Schall erst nach Vollendung einer ganzen Umdrehung der Scheibe a den Empfänger erreicht. Man muß dann entweder die Scheibe mit verschiedenen Geschwindigkeiten umlaufen lassen oder den Sender während einer Anzahl von Umläufen abschalten können. Man muß sorgfältig darauf achten, daß das erste Eintreffen des Echos der Tiefe entspricht. Erfahrungen mit diesem Lot sind nicht veröffentlicht. Aus dem Fessenden-Lot sind drei weitere Lote entwickelt worden, nämlich das Lot der britischen Admiralität, das Signallot und das Atlaslot oder Fathometer.

Die Echolotmaschine der britischen Admiralität. Der Schall wird durch einen besonderen Sender erzeugt, der aus einer von einem Hammer a mit Federkraft angeschlagenen Stahlmembran b von 12,5 cm Dmr. besteht, Abb. 7. Der Hammer a wird durch den Elektromagneten c gespannt, dessen Erregerstrom bei der für die Handelsschiffahrt von der Firma Henry Hughes & Son, London, hergestellten Maschine dreimal in 1 s etwa $^1/_{400}$ s lang unterbrochen wird. Der Membranton ist 1250 Hertz, er wird von einem nach W. Bragg gebauten aperiodischen Mikrophon aufgenommen. Die Arbeitweise des Lotapparates zeigt die Abb. 8.

Zur Vermeidung von elektrischem Übersprechen und Störungen im Empfang sind die Kontaktscheiben für Sender und Empfänger getrennt. Die Empfängerbürsten a werden mit dem Griff b an der Teilung c eingestellt. Die aus Metall bestehende Scheibe d schließt das Telephon so lange kurz, bis das Isolierstück e die Verbindung unterbricht. Auch der Senderstrom wird durch ein Isolierstück f

Abb. 8
Arbeitsweise des Lotes der britischen Admiralität

a Empfängerbürsten
b Griff
c Teilung
d Metallscheibe
e, f Isolierstücke
g Walze
h Zahnräder-vorgelege
i Motor

auf der Walze *g* unterbrochen. Beide Walzen laufen synchron und werden über das Zahnrädervorgelege *h* von dem Motor *i* angetrieben, dessen Drehzahl von 1800 Uml./min durch einen besonderen Regler mit großer Genauigkeit eingehalten wird. Um die Senderstromunterbrechung zu beschleunigen, ist außerdem noch eine Unterbrechungsstelle unmittelbar auf der Motorachse befestigt.

Die Verdrehung der Tiefenteilung wird außer an der Scheibe des Lotapparates noch selbsttätig auf einer beleuchteten Teilung angezeigt, so daß der wachhabende Offizier jederzeit die Tiefe so lange ablesen kann, wie ein zweiter Beobachter die Echos abhört. Die Tiefenteilung geht bis 250 m. Ablesungen unter 15 m sind nicht möglich.

Den Vergleich einer Lotreihe mit dem Thomson-Lot zeigt Abb. 9, die Abweichungen sind nicht groß, doch sind die akustisch bestimmten Tiefen im allgemeinen um 2 bis 3 vH zu klein. Dieses ist wahrscheinlich auf Fehler in der Annahme über die Schallgeschwindigkeit zurückzuführen. Auch für große Tiefen ist der Apparat brauchbar, wie eine von D. „Dominia" auf einer Reise nach der Westküste Nordamerikas durch den Panamakanal ausgeführte Meßreihe seiner Zeit ergeben hat. Sie enthält täglich eine Reihe Lotungen auf 400 bis 7200 m Meerestiefe.

Das Signallot. Das von der Signal-Gesellschaft, Kiel, gebaute Lot entspricht dem von Fessenden angegebenen. Es ist auf dem deutschen Forschungsdampfer „Meteor" hauptsächlich zur Bestimmung der großen Tiefen angewandt worden und arbeitet erst von 50 m Wassertiefe an und dann mit einer Genauigkeit von etwa 10 m. Die Schallquelle ist der Signal-Magnetsender, Abb. 10, der eine Schallenergie von etwa 350 W an das Wasser abgeben kann. Auf der Membran *a* sitzt ein Tisch *b* aus lamelliertem Eisen mit der Wechselstromwicklung *c*. Der Anker des Magneten *d* bildet die Masse eines mechanischen Schwingungssystems, dessen Elastizität durch die Stahlrohre *e* und *f* dargestellt wird. Der im Sendergehäuse eingebaute Kondensator dient zum Phasenausgleich des Wechselstroms von 500 Hertz in Spannungsresonanzschaltung.

Abb. 9
Vergleich einer Lotreihe des Thomsonlotes und des britischen Echolotes

Durch die Kopplung eines mechanischen und elektrischen Schwingungsgebildes erhält man eine günstige Energieabgabe über einen Frequenzbereich von 50 Hertz, so daß auch bei Umlaufschwankungen des Stromerzeugers annähernd die gleiche Schallintensität abgestrahlt wird. Die Tonhöhe des Senders ist 1050 Hertz. Auf dieselbe Frequenz sind auch die Empfänger abgestimmt. Diese neuesten Signalempfänger sind so stark gebaut, daß sie ohne Schwierigkeit in die Bordwand des Schiffes eingesetzt werden können. Die Membran hat etwa 10 bis 12 cm Dmr.

Das Atlaslot oder das Fathometer. Als Schallquelle dient ein besonderer, ebenfalls auf die Frequenz 1050 Hertz abgestimmter Sender von 31,5 cm Dmr. und 7 cm Höhe, der außenbords befestigt wird. Die Empfänger besonderer Bauart sind im Doppelboden des Schiffes angeordnet, um den vom Meeresboden zurückgeworfenen Schall besonders gut aufzunehmen. Bis zu Tiefen von 200 m arbeitet die Lotanlage ganz selbsttätig. Den Aufbau dieses von den Firmen Atlaswerke, A.-G., Bremen, und Submarine Signal Corporation, Boston, gebauten Lotapparates zeigt Abb. 11. Der Motor *m*, dessen Umlaufzahl mit dem Drehzahlmesser *a* stets gleich erhalten wird, läßt die Kontaktscheibe *b* viermal in der Sekunde umlaufen.

Das Segment *c* schaltet bei jedem Umlauf den an die Bürsten *d* angeschlossenen Sender in der Nullstellung ein.

Abb. 10
Signal-Magnetsender

a Membran
b Tisch aus lamelliertem Eisen
c Wechselstromwicklung
d Magnetanker
e, *f* Stahlrohre

Der Empfänger arbeitet über einen abgestimmten 4-Röh Verstärker auf ein Relais, das den Stromkreis *e* eins tet. Der Umformer *f* läßt über die Schleifringe *g* synchron umlaufendes Heliumröhrchen *h* aufleuchten. Stelle des Aufleuchtens wird an der Teilung *i* in der B richtung *k* abgelesen. Diese liegt bei gleichbleibe Tiefe viermal in der Sekunde an derselben Stelle, ist dauernd leicht abzulesen. In der Außenansicht des apparates, Abb. 12, erscheint der Lichtzeiger bei 1 auf der inneren Teilung. Das Lot arbeitet von 10 m an genau und selbsttätig bis 200 m mit einer Ablesegen keit von 1 m.

Bei größeren Tiefen wird mit dem links sichtb Handgriff ein Vorgelege eingeschaltet. Der Sende beitet jetzt nur in Abständen von 1,5 s. Die Tiefe auf der äußeren Teilung bis 1200 m durch einen umla den weißen Lichtzeiger angegeben. Der Echoemp wird mit einem Kopfhörer festgestellt. Bei Tiefen 1200 m wird durch einen Druck auf den Knopf r unten die Schallabgabe so lange unterbrochen, bis Echo gehört wird. Die Zahl der ganzen Umläufe zum Empfang ist zu zählen und zu der Ablesung der 1200 *n* zuzuzählen. Bis 200 m Tiefe hat man eine daue Anzeige. Daß man auf diese Weise noch Bodenun heiten beobachten und zur Ortbestimmung ausnutzen k zeigt das vom D. „Columbus" auf der Fahrt von S hampton nach Cherbourg am 6. Mai 1926 aufgenom Profil des Kanals, Abb. 13. Die gestrichelte Linie spricht den Angaben der Seekarte. Dieses Lot, we ganz selbsttätig arbeitet und so zuverlässig gebaut ist die Sicherheit des Arbeitens stets gewährleistet ist, entsp allen Ansprüchen, die in der praktischen Navigatio Tiefen von 10 bis 200 m gestellt werden, also bei

Abb. 11
Aufbau des Atlas-Lotes

a Drehzahlmesser
b Kontaktscheibe
c Segment
d Bürsten im Senderkreis
e Empfänger-stromkreis
f Umformer
g Schleifringe
h Heliumröhr
i Teilung
k Blickrichtu
m Motor

Abb. 12
Außenansicht des Atlas-Lotes

äherung an die Küste auftreten. Bis zu den größten
kommenden Tiefen ist Hörempfang möglich.

Das Atlaslot hat sich auch auf der Reise des Vermes-
sschiffes „Meteor" ausgezeichnet bewährt. Gleich-
g mit dem im vorhergehenden beschriebenen Signal-
st es regelmäßig in Abständen von 20 min benutzt wor-
Bei zerklüftetem Boden ist häufiger gelotet worden.
die ozeanographische Vermessung des südatlantischen
ans sind im Verlaufe von zwei Jahren etwa 67 000 Lo-
en ausgeführt worden.

Echolote mit Ultratonsender

Ultratöne sind Schallschwingungen oberhalb 20 000
z, die über der Hörgrenze des menschlichen
es liegen. Die Wellenlänge ist in Luft kleiner als
m, in Wasser kleiner als 7 cm. Diese kurzen Wellen
len in der Luft durch Absorption stark geschwächt;

Abb. 13
Profil des Ärmelkanals zwischen Southampton und Cherbourg

ihre Schwächung ist in Wasser etwa 100mal kleiner, und bei einer Frequenz von 70 000 Hertz hat man auf 10 km eine Energieschwächung um ein Drittel. Größere Entfernungen kommen bei Echoloten kaum vor, so daß man die Ultratöne für Lotzwecke benutzen kann.

Das Langevin-Florisson-Lot. Die Anwendung der Ultratöne für Echolote haben die Franzosen Langevin und Chilowsky vorgeschlagen. Die Apparate werden von der Société de Condensation et d'Applications méchaniques in Paris hergestellt. Zur Erregung der hohen Frequenzen wird der piezoelektrische Effekt von Quarzstücken benutzt. Dieser besteht nach Curie darin, daß ein Druck auf eine senkrecht zur sogenannten elektrischen Achse geschnittene Quarzplatte eine elektrische Ladung an den beiden Schnittflächen hervorruft und umgekehrt, so daß durch eine elektrische Ladung der Quarz zusammengedrückt wird. Beim Anlegen von Wechselspannung kann man den Quarz zu Schwingungen anregen, deren Amplitude bei Übereinstimmung der elektrischen Frequenz mit der mechanischen Eigenfrequenz des Quarzes brauchbare Größen von 10^{-5} cm erreicht.

Die Quarzplatten sind 2 mm dick und füllen mosaikartig den Kreis *a* in Abb. 14 von 10 cm Dmr. Zwei Stahlplatten *b* und *c* von je 3 cm Dicke sind beiderseitig aufgekittet. Die Platte *c* bildet den Abschluß gegen das Wasser, während die obere Platte *b* in Luft schwingt und

Abb. 14
Skizze des Langevin-Florisson-Senders
a Quarzplatten
b, *c* Stahlplatten

die eine Stromzuführung trägt. Die andre Zuleitung führt durch den Körper. Der Sender wird durch ein Bodenventil aus dem Schiff herausgeschoben. Die Sendefrequenz von 37 500 Hertz entspricht einer elektromagnetischen Welle von 8000 m Länge.

Zur Erregung dieses aus den beiden Stahlplatten als Belegungen und dem Quarz als Isolator bestehenden Kondensators benutzt man einen Hochfrequenzsender, wie er in der drahtlosen Telegraphie üblich ist. Am besten hat sich hier der Stoßfunkensender bewährt. Hiermit kann man leicht einen Wellenzug von $^1/_{1000}$ s Dauer aussenden. Zu bemerken ist noch, daß hohe Spannungen von einigen Tausend V erforderlich sind. Man baut deshalb die elektrische Hochfrequenzerzeugung unmittelbar neben dem Schallsender ein und braucht dann nur eine kurze, sehr gut isolierte Zuleitung zum Sender. Zum Empfang des Echos benutzt man auch den Sender, da der piezoelektrische Effekt umkehrbar ist.

Die Ultratonschwingungen werden durch einen Röhrenempfänger, ähnlich dem für Radiowellen, in hörbare Frequenzen umgewandelt oder auf einen elektromagnetischen Oszillographen von Dubois geschaltet. Durch einen genau umlaufenden Motor wird erreicht, daß der Sender jede Sekunde einmal eingeschaltet wird. Gleichzeitig läuft ein Lichtanzeiger auf einer Teilung. Da der elektrische Empfänger dauernd auf den Schallsender geschaltet ist, gibt er zunächst die Schallaussendung und dann das Echo wieder. Beides sieht man auf der Teilung. Die Einsätze beider Ausschläge geben die Lottiefe *u* in Abb. 15. Eine Lupe dient zur genauen Beobachtung des alle Sekunde wiederkehrenden Lichtfleckes. Ist die Tiefe unbekannt, so kann man mit Hilfe eines Telephons schnell den Einsatz des Echos finden. Das Langevin-Florisson-Lot ist in der vorliegenden Form in allen Einzelheiten mit großer Sorgfalt durchkonstruiert[10]). Es arbeitet schon bei den geringsten Tiefen von wenigen Metern unter dem Sender einwandfrei.

[10]) Vergl. Bureau Hydrographique International, Monaco, Publication speciale Nr. 3, Oktober 1924 und Nr. 14, August 1926.

Abb. 15
Anzeigeteilung für Echolote mit Ultratonsender nach Langevin-Florisson
u Lottiefe

Abb. 16
Verfahren von Marti zum Aufzeichnen der Tiefe
a Achse
b Hebel
c Oszillograph
d berußter Papierstreifen
e Gegengewicht

L o t a p p a r a t n a c h M. M a r t i. Dieser benutzt auch die Langevinsche Sende- und Empfangseinrichtung, nachdem er die ursprüngliche Lotung mit Knallen aufgegeben hatte. Statt des optischen Anzeigeapparates hat er ein zeichnerisches Verfahren entwickelt, das einmal alle 3 oder 5 s die Ablesung der Tiefe erlaubt, außerdem aber noch das aufgenommene Profil des Meeresbodens aufzeichnet, Abb. 16; hierzu dreht sich um die Achse *a* der Hebel *b* mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Dieser trägt an den Enden einen kleinen Oszillographen *c*, der seine Ausschläge senkrecht zur Bewegungsrichtung auf einen berußten Papierstreifen *d* aufzeichnet. *e* ist ein Gegengewicht.

Auf dem Papier sieht man den Einsatz der Schallabgabe und des Echos. Der Papierstreifen ist für Tiefen von 9 bis 200 m, für Handelsschiffzwecke 80 mm breit, für Vermessungszwecke 150 mm. Ein Modell für große Tiefen ist in der Entwicklung. Das Berußen des Papieres und das Fixieren der Rußschicht geht selbsttätig vor sich, Abb. 17. Der Streifen *a* wickelt sich von der mit der Feder *b* gebremsten Trommel *c* ab. Die Flamme *d* berußt das Papier. Die Rollen e_1, e_2, e_3, e_4 dienen zur Führung, f_1, g_1 und f_2, g_2 besorgen über *h*, i_1 und i_2 einen gleichmäßigen Vorschub. *k* entspricht der Hebelachse *a* der Abb. 16. Der Hebel *b* gleitet oberhalb *l* über den Papierstreifen. *m* enthält eine alkoholische Schellacklösung für das Fixieren der Rußschicht. Das Martische Verfahren ist eine sehr wertvolle Ergänzung des Langevin-Lotes. Die Tiefe soll mit einer Genauigkeit von 1 vH aufgezeichnet werden. Einzelheiten über ausgeführte Lotungen sind nicht bekannt.

Abb. 17
Führung des Papierstreifens beim Martilot
a Papierstreifen
b Bremsfeder
c Trommel
d Rußflamme
e_1 bis e_4 Führungsrollen
f_1, g_1, f_2, g_2, *h*, i_1, i_2 Vorschubgetriebe
k Hebelachse
l Unterlage für den Schreibhebel
m Gefäß für Schellacklösung

Verwendung des Richtunghörens zum Loten

Bei dem gewöhnlichen Hören in Luft kann man Richtung einer Schallquelle gewohnheitsgemäß le feststellen, indem man den Kopf solange dreht, bis Schallquelle in der Symmetriebene des Kopfes liegt. N Untersuchungen von v. H o r n b o s t e l und We h e i m e r[11]) hat man in diesem Falle keinen Zeitur schied zwischen dem Eintreffen desselben Schallreizes beiden Ohren. Bildet die Richtung zur Schallquelle der Blickrichtung den Winkel α, Abb. 18, dann bes die Beziehung $\frac{AC}{AB} = \sin\alpha$. AC entspricht dem Z unterschied in der Erregung beider Ohren und die Gru linie AB ist für Luft ein Festwert von 21 cm. Es ist jedem Zeitunterschied ein subjektiver Richtungseindr gesetzmäßig zugeordnet.

Beim Empfang von Wasserschall erhält man die ben Verhältnisse wie in Luft, wenn man den Abstand beiden Empfänger *A* und *B* im Verhältnis der Schal schwindigkeiten in Wasser und Luft von 4,3 vergröß Man erhält so etwa 90 cm Abstand. Beide Empfän haben gesonderte Stromkreise und erregen die Teleph t_1 und t_2. Zwischen diesen und den Ohren o_1 und o_2 Beobachters sind zunächst gleich lange Luftwege ei schaltet. Das rechte Ohr o_2 wird zuerst erreicht. hat einen Richtungseindruck von etwa 30° rechts.

Um diesen Seiteneindruck in den Mitteneindruck ü zuführen, wird der Schallwegunterschied in Wa $AC = 4{,}3\,d$ durch den Luftschallwegunterschied *d* geglichen. Der Mitteneindruck läßt sich mit einer nauigkeit von 1 cm Luftschallweg- oder $^1/_{33\,000}$ s Zeitur schied festlegen. Das menschliche Gehörorgan ist ein ausgezeichneter Kurzzeitmesser. Das beidoh Richtunghören, ist von der amerikanischen Marine erst für akustische Lotungen benutzt worden[12]).

D a s W i n k e l m e ß v e r f a h r e n, Abb. 19. diesem sind im Vorschiff zwei Empfänger e_1 und e geeignetem Abstand angeordnet. Das von der Sc schraube ausgehende Geräusch wird vom Meeresbo zurückgeworfen und die Richtung des Echos mittels e Kompensators festgelegt. Bei einer mittleren En nung der Empfänger von der Schraube 2 *a* ist die T $t = a\,\mathrm{tg}\,\alpha$. Hierbei ist ein ebener Meeresgrund vor gesetzt. Ist er geneigt, so ist die Neigung dadurch messen, daß man Sender und Empfänger vertauscht die Winkelmessung wiederholt.

---

[11]) Vergl. E. M. v. H o r n b o s t e l und M. W e r t h e i m e r, Akad. d. Wissensch. Bd. 20 (1920) S. 338.

[12]) Vergl. H. C. H a y e s, Proc. Amer. Philos. Soc. Bd. 59 S. 371, Marine-Review New York, Bd. 22 (1922) S. 411, Journ. Fra Institute, Bd. 197 (1924) S. 323.

Abb. 18
Erklärung des Richtunghörens
t_1, t_2 Telephone o_1, o_2 Ohren

Die Genauigkeit des Verfahrens liegt bis zu Tiefen ; Sender- und Empfängerabstandes $2a$ innerhalb 3 vH, über hinaus nimmt sie ab; ebenso auch für geringe fe unterhalb $0{,}2a$. Bei kleinen Tiefen kann man jeh mit einem verkleinerten a arbeiten. Das Verfahren also bei 100 m Länge zwischen Sender und Empfänger r zwischen 10 und 100 m Tiefe mit Erfolg anwendbar. wird für größere Tiefen durch das Verfahren der allstöße abgelöst, setzt aber in beiden Fällen einen in Einstellung des subjektiven Richtungseindrucks geulten Beobachter voraus.

Verfahren der Schallstöße. Die Wirngsweise dieses in Deutschland und Amerika[13]) gleichtig angegebenen Verfahrens ist in Abb. 20 bis 24 ertert. Der Sender s schickt in bestimmten Zeitabständ kurze Schallstöße aus. In der Nähe des Senders ist Empfänger e_1 und in der Entfernung l der Empger e_2 angebracht. Beide Empfänger sind mit getrennten lephonen verbunden. In Abb. 20 ist der Zeitunteried zwischen dem Eintreffen zweier aufeinander folder Schallstöße so groß, daß man keinen Richtungsdruck, sondern ein deutliches Nacheinander der Erung wahrnimmt.

Verkürzt man den Zeitabstand zwischen den einnen Schallstößen allmählich, so erhält man einen Richgseindruck, Abb. 21. Die Schallquelle scheint rechts liegen. Mit zunehmender Zahl der Schallstöße in der unde ergibt sich ein Mitteneindruck, Abb. 22, dann kseindruck, Abb. 23. Einen weiteren Mitteneindruck ält man, Abb. 24, wenn der Schallstoßabstand halb so ß ist wie in Abb. 22. Bei Lotungen liegt die Strecke l ht wagerecht, sondern entspricht dem Schallweg zum eresboden und zurück. Der Abstand l ist jetzt cnp, wo c die Schallgeschwindigkeit, p der Zeiterschied zwischen den einzelnen Schallstößen und n Zahl der Schallstöße ist, die sich zwischen Sender und pfänger befinden. Für Abb. 22 ist $n = 1$, für Abb. 24 2. Verändert man die Frequenz der Schallstöße ig und beobachtet beim Übergang von dem Zeitabd p_1 auf p_2 a-mal den Mitteneindruck, dann ist

$$l = c\,n\,p_1 = c\,(n \pm a)\,p_2\,.$$

zt man für die Zeitabstände p die entsprechenden Frenzen $f = \frac{1}{p}$ ein, dann wird $l = \frac{c\,a}{f_2 - f_1}$.

Abgesehen von dem beidohrigen Mitteneindruck zur tstellung der Gleichzeitigkeit läuft die Lösung der frage auf eine genaue Bestimmung der Frequenzen ind f_2 hinaus. Für diese Frequenzbestimmung hat yes einen geeigneten Apparat angegeben: Von einem chmäßig umlaufenden Motor wird eine Kreisscheibe a 50 cm Dmr. angetrieben, Abb. 25. Das Rädchen b

[13]) Vergl. W. Kunze, Phys. Zs. Bd. 22 (1921) S. 649.

Abb. 20 bis 24
Verfahren der Schallstöße
e_1, e_2 Empfänger s Sender

Abb. 19
Gerät für das Winkelmeßverfahren
$2a$ mittlere Entfernung der Empfänger e_1 und e_2 von der Schraube, t Tiefe des Meeresbodens

wird von ihr durch Reibung mitgenommen; dieses kann durch einen Schlitten c mit der Schraubenspindel d auf seiner Drehachse e in einer genau meßbaren Entfernung s vom Kreismittelpunkt o eingestellt werden. Auf der Achse e sitzen noch die Zahnräder z_1 und z_2, die eine Aussparung und zehn Aussparungen haben, in die bei jedem Umlauf die Federn f_1 und f_2 einspringen, einen Schallsender einschalten und so je nach Wahl einen oder zehn Schallstöße bei einem Umlauf veranlassen. Ist r der Halbmesser des Rädchens b, t die Umlaufzeit der Scheibe a, und $p = q/k$, wo q die Umlaufzeit des Rädchens und k die Kontaktzahl bei einem Umlauf ist, dann wird $l = \frac{c\,n\,t\,r}{k\,s}$.
Die unbekannte ganze Zahl n kann man durch Änderung der Drehzahl von f_1 auf f_2 aussondern, wenn man den Abstand s_1 auf s_2 vergrößert. Es enthält die Gleichung

$$l = \frac{c\,t\,r\,a}{2\,k\,(s_2 - s_1)}$$

mithin nur bekannte Größen.

Mit dem Apparat von Hayes kann man alle vorkommenden Tiefen von 73 m an sehr genau feststellen. Bei 3600 m ist die Einstellgenauigkeit ± 0,6 m, also sicher viel größer als die Unsicherheiten, die aus der als bekannt eingeführten Schallgeschwindigkeit c folgen. Der Apparat ist zuerst auf der Fahrt des amerikanischen Zerstörers „Stewart" nach Gibraltar vom 22. bis 29. Juni 1922 zur Aufnahme eines Querprofils des Nordatlantischen Ozeans bei 215 Lotungen benutzt worden. Im November 1922 haben zwei andere amerikanische Schiffe an der kalifornischen Küste mit 5000 Lotungen ein Gebiet von etwa 100 000 km² bis zur 3600 m-Linie in 38 Tagen vermessen.

Freilote

Bisher wurden nur akustische Lote betrachtet, bei denen der ganze Weg vom Schiff zum Meeresboden und als Echo zum Schiff zurück von einer Schallwelle zurückgelegt wird. Es sind dieses alles Echolote, bei denen aus dem

Abb. 25
Apparat zur Frequenzbestimmung von Hayes
a Kreisscheibe, b Reibrad, c Schlitten, d Schraubenspindel, e Drehachse, f_1, f_2 Federn, o Kreismittelpunkt, z_1, z_2 Zahnräder

Abb. 26
Frei- oder Fall-Lot

Echo auf die Tiefe geschlossen wird. Bei der zweiten Art akustischer Lote spielt der Schall nur eine mehr nebensächliche Rolle: er dient nur zur Anzeige, daß ein vom Schiff versenkter Lotkörper den Meeresboden erreicht hat. Die Zeit, die zwischen dem Auftreffen auf der Wasseroberfläche und dem Zerknallen vergeht, ergibt bei gleichbleibender Fallgeschwindigkeit ohne weiteres die Wassertiefe. Auf diesem Gedanken beruht die Wirkungsweise des Frei- oder Fallotes, das im Jahre 1916 A. Wendler in Erlangen patentiert, in den letzten Jahren von Settegast bei der Signal-Gesellschaft, Kiel, ausgebildet wurde und jetzt von den Atlaswerken, Bremen, vertrieben wird. Es besteht aus einem stromlinienförmigen Körper von 150 mm Länge und 106 g Gewicht, Abb. 26, und hat am oberen Ende zwei Schwanzflossen, die die Stetigkeit des Falles im Wasser sichern und bei der Herstellung zur Einstellung der Sinkgeschwindigkeit von 2 m/s dienen.

Die untere, halbkugelige Kappe von 35 mm Dmr. ist beweglich, sie löst beim Auftreffen auf dem Grund einen Hebel aus, der ähnlich wie die Abschußvorrichtung eines Gewehres einen mit einer Feder gespannten Schlagbolzen freigibt, wodurch eine mit 0,2 g Knallquecksilber geladene Patrone zerknallt. Auf weitgehenden Schutz gegen vorzeitige Auslösung ist großer Wert gelegt. Die Hauptsicherung ist ein Vorstecker im Schlagbolzen, der erst kurz vor dem Gebrauch, wenn sich das Freilot bereits in einem zum Abwurf benutzten Stahlblechrohr befindet, mit dem links in der Abbildung sichtbaren Knebel herausgezogen wird. Dann sind der Schlagbolzen und die Auslösekappe noch durch Fließpapierstreifen gesichert, die sich erst im Wasser auflösen.

Das Lot wird z. B. von der Brücke nach Leeseite geworfen, eine Stoppuhr in dem Augenblick in Gang gebracht, wo das Lot die Wasseroberfläche durchschneidet, im Moment des Zerknalls, den man in geringen Tiefen bis 25 m gewöhnlich ohne weiteres hört oder bei sehr schlechtem Wetter und größeren Tiefen mit der gewöhnlichen Wasserschall-Empfangsanlage feststellt, hält man die Uhr an. Die abgelesene Sekundenzahl entspricht der halben Tiefe. Die Zeit, die der Schall für den Weg vom Meeresgrunde zum Empfänger braucht, ist stets zu vernachlässigen. Man macht damit für alle Wassertiefen einen gleichbleibenden Fehler von 0,13 vH.

Bereits nach 30 cm Weg im Wasser hat sich eine gleichbleibende Geschwindigkeit eingestellt[14]), hierbei ist vorausgesetzt, daß das Freilot an der Wasseroberfläche die Geschwindigkeit null hat. Dieses ist in der Praxis nicht der Fall, man wirft das Lot aus größerer Höhe. Läßt man jetzt eine Stoppuhr vom Abwurf an laufen, dann sind von der aus der Sekundenzahl bestimmten Tiefe, je nach der Abwurfhöhe, 2 bis 4 m (bei 5 bis 20 m über dem Wasserspiegel) abzuziehen.

Bei diesem auf Grund eingehender Versuche bei der deutschen Marine eingeführten Lotgerät kann man bis 50 m Tiefe mit einem Fehler unter 5 vH rechnen, bei größeren Tiefen — es sind Lotungen auf über 500 m Tiefe gemacht — wird er noch geringer. Bei diesen hat es jedoch den Nachteil, daß eine ziemlich lange Zeit bis zum Zerknall vergeht, so daß sich das Schiff inzwischen von dem Ort, wo das Freilot geworfen wurde, ein beträchtliches Stück entfernt hat.

[14]) Vergl. H. Stenzel, Werft, Reederei, Hafen, Bd. 7 (1926) S. 117.

Einfluß der Wasser- und Bodeneigenschaften

Bei den Echoloten ist die Zeit zwischen dem Abse den und dem Empfang des Schallsignals das Maß für Tiefe, wobei eine stets gleiche Schallgeschwindigkeit v ausgesetzt ist. Diese Annahme trifft jedoch nicht gen zu, sondern die Schallgeschwindigkeit ändert sich mit Temperatur, dem Salzgehalt und dem Druck. Der Z wachs an Schallgeschwindigkeit beträgt für 1 °C et 3,5 m (2,3 vT) und für 1 vT Salzgehalt nur 1,1 m (et 0,7 vT), ist also gering, so daß die unberichtigten Ech tiefen ein gutes Bild der Bodengestaltung geben. F nautische Zwecke wird es sogar zweckmäßig sein, nur di rohen Echotiefen anzugeben, soweit man voraussetzen ka daß sich die Geschwindigkeit auf dem größten Teil Weges nicht ändert. Für genaue Tiefenangaben müssen Änderungen der Schallgeschwindigkeit berücksicht werden. Nach Maurer[15]) kann man die Schallgeschw digkeit im Seewasser berechnen nach der Formel:

$$c = 1445 + 4{,}46\,t - 0{,}0615\,t^2 + (1{,}2 - 0{,}015\,t)\,(S - 35),$$

wo t die Temperatur in °C und S den Salzgehalt in bedeuten.

Die Verhältnisse sind in den einzelnen Meer gebieten verschieden. Schumacher[16]) berechnet fünf Meeresteile die mittleren Schallgeschwindigkei für die Tiefe. In äquatorialen und subtropischen Zo findet zuerst eine Abnahme und erst von 1500 bis 300 Tiefe eine Zunahme der Schallgeschwindigkeit statt. Nordatlantik, Mittelmeer und Polargebiet wächst Schallgeschwindigkeit mit der Tiefe, im Polargebiet stärksten. Man erhält unter Zugrundelegung der Eig schaften des Wassers an der Oberfläche bei akustisc Lotverfahren zu geringe Tiefen, während mit einem Dra lot die Tiefen grundsätzlich zu groß gemessen werd beide Werte weichen um 3 bis 4 vH voneinander ab. die wahre Tiefe zu bekommen, muß man daher die r Echolottiefe um etwa 1 bis 2 vH vergrößern.

Genaue Angaben wird man erst nach einer Durcharb tung der mit dem Forschungsdampfer „Meteor" gew nenen Meßergebnisse machen können. Dieser wurde seine kürzlich beendete Forschungsreise, Abb. 27, einem Behmlot, einem Atlaslot und einem Signallot a gerüstet, ohne sie wäre es nach Angabe von Spieß ni möglich gewesen, die Forschungsarbeit den an Ort Stelle angetroffenen Verhältnissen und Fragen an passen[17]). Abb. 27 zeigt den Verlauf der Fahrt. ihr wurden fast täglich die Echolotungen durch Dra lotungen nachgeprüft und dabei die physikalisc

[15]) Vergl. H. Maurer, Ann. d. Hydrographie, Bd. 52 (1924) und 220.
[16]) Vergl. A. Schumacher, Ann. d. Hydrogr., Bd. 52, (1924) S
[17]) Vergl. F. Spieß, Ann. d. Hydrographie, Bd. 54 (1926) S. 7.

östliche Länge von Greenwich

Abb. 28
Vermessung mit akustischen Mitteln. Die hiermit entde Meteorbank.

chaften des Wassers
verschiedenen Tie-
en gemessen. Den
f einer Vermessung
ustischen Lotmitteln
Abb. 28. Durch Ab-
von Zickzackkurven
die „Meteor“-Bank
kt und ihre Ausdeh-
von 600 m Breite und
Länge in einem
einschließlich der
re Stunden bean-
enden Drahtlotungen
egt.

**rungen mit den deut-
akustischen Loten**

ie meisten Erfahrun-
ber akustische Lote
r Forschungsdampfer
or“ auf seiner 2¼jäh-
Fahrt gewinnen kön-
vurden doch auf der
Seemeilen langen
rd. 67 000 Echolotun-
rgenommen. Der Be-
hierüber lautet im
ig[18]):

ie Grundlage für die
schen Lotungen bil-
e Echolotapparate der
gesellschaft Kiel und
Atlaswerke Bremen.
der dauernden Bean-
ung der Lotapparate
sie Vorzügliches.
akustische Lotpro-
n im zweiten Jahre
xpedition hat nicht
ufrechterhalten wer-
können, sondern ist
erweitert worden.
leine technische Ver-
ngen, wie Verlän-
des Sendetons bei
n Tiefen und Ein-
en eines zweiten
eises im Signallot,
n dazu, das Loten bei
erigen Empfangsver-
ssen leichter und
er zu gestalten. Auch
oten kleiner Tiefen
dem Atlaslot wurde
ssert. Es wurden
entsprechende Emp-
hkeitseinstellung der
inger Tiefen bis zu
8 m gelotet.

as Signallot gestattet
onders gut, den Mee-
den gewissermaßen
asten. Aus der Art
Wiederholung des
kann man auf die
gestaltung schließen.
benem Boden wiederholt sich das Echo in gleichen
ren Abständen, bis zu fünfmal hörbar, bei einem
bewegten Meeresboden angerollt und überschlagen sich. Man
also aus dem Echo auf einen in der Nähe befind-
Anstieg oder Abfall schließen.

ie Versuche mit dem Behmlot, Type II, wurden plan-
fortgesetzt. Das Ergebnis war jedoch wenig zu-
friedenstellend. Die mit dem Behmlot, Type IIa, angestell-
ten Versuche sind günstiger ausgefallen. Es wurden
Lotungen bis 120 m erreicht. Jedoch ist die Streuung
in den Angaben so groß, daß eine praktische Anwendung
infolge des ungenügenden Genauigkeitsgrades bisher nicht
in Frage kam.

Die Freilote haben sich bei geringen Tiefen als brauch-
bar erwiesen.“ [B 451]

Abb. 27
Reisekarte des „Meteor“
vom 16. April 1925
bis 2. Juni 1927,
gedruckt
in der Marineleitung

[18] v. Recum, Z. Ges. f. Erdkunde 1927 Heft 3 S. 156.

Die Rohgummiaufbereitung

Von W. C. G. Mewes, Somarang (Java)

Die bisher üblichen Verfahren — Pressen und Zerstäuben des Rohgummis — Verschiffen der rohen Gummimilch — Inlandverarbeitung

Abb. 1
Sheet-Herstellung

Abb. 2
Crêpe-Herstellung

Der große Aufschwung, den die Gummiindustrie heute erlebt, hat es zuwege gebracht, daß man dem maschinentechnischen Teil der Rohgummibearbeitung in den Tropen selbst mehr Aufmerksamkeit entgegenbringt als früher. Bis vor kurzem hatte man verhältnismäßig viele, aber kleine Maschinenanlagen zum Waschen und Auswalzen des Rohgummis, während man jetzt dazu übergeht, zentrale Aufbereitungsanlagen zu errichten, deren Leistungsfähigkeit bei den größten Anlagen über 10 000 000 kg Gummi jährlich beträgt.

Der Arbeitsgang der früheren Anlage für Plantagengummi war bekanntlich wie folgt:

Zur Gummierzeugung wurden fast ausschließlich die Hevea-Gummibäume benutzt. Hiervon wird die Gummimilch (Latex genannt) durch Anschneiden der Rinde gewonnen und in Schalen, die an den Bäumen befestigt sind, aufgefangen. Die Latex wird dann zur Fabrik gebracht und, da ihr Gummigehalt schwankt, zuerst auf einen mittleren Gehalt mit Wasser gemischt. Hierauf setzt man ein Koaguliermittel hinzu, wie z. B. Essigsäure, Ameisensäure usw., und erreicht hierdurch, daß die Latex gerinnt, d. h. die festen Gummibestandteile schlagen sich nieder, während die Serumflüssigkeit darüber abgeschieden wird. Der so gewonnene Gummikuchen wird dann mit einfachen Mangeln auf 3 bis 4 mm Dicke ausgewalzt, Abb. 1, und die so erzeugten Streifen werden in einem Trockenhaus unter Einwirkung von Rauch getrocknet. Der Rauch macht den Gummi haltbar und gibt ihm eine gelbe, durchsichtige Farbe. Das Erzeugnis, das nach diesem Arbeitsvorgang hergestellt ist, kommt unter dem Namen Sheet auf den Weltmarkt.

Ein andres, älteres Verfahren ist, die frischen Gummikuchen mit Hilfe von schweren Hartgußwalzen fein auszuwalzen, Abb. 2, und dabei mit Wasser den Gummi zu durchspülen. Man erhält dann Bänder bis zu 1 mm Dicke, die in den einfachen Lufttrockenhäusern getrocknet werden. Das fertige Erzeugnis, ein kreppartiges, weißgelbes, undurchsichtiges Band von ungefähr 300 mm Breite, wird dann als Crêpe auf dem Markt verkauft.

Heute, wo der Jahresbedarf der amerikanischen Gummifabriken gewaltig gestiegen ist, verlangt man vor allem eine Rohgummisorte mit völlig gleichbleibenden Eigenschaften. Ferner will man diese urwüchsigen und verhältnismäßig teuren Arbeitsverfahren durch bequemere und billigere ersetzen.

Der erste Weg war, daß mehrere Pflanzungen sich zusammentaten, und daß man die frischgefüllten Gummikuchen unter einer schweren hydraulischen Presse entwässerte. Der Preßblock wurde dann mit Jute u
und kam so zum Versand. Da der Gummi trot
Pressung noch viel Wasser enthielt, gingen die beige
ten Eiweißstoffe während der Reise in Fäulnis übe
verbreiteten einen so schlechten Geruch, daß man Sc
rigkeiten hatte, die Ware zu versenden und zu verar
Man kann durch Zugabe von Chemikalien dieses
abschwächen, aber man muß auch dann eine gering
schlechterung des Gummis in den Kauf nehmen. Die a
kanischen Fabriken verarbeiten dieses Erzeugnis d
nicht mehr, und soweit sich feststellen läßt, findet
Verarbeitung nur noch für eine italienische Fabrik

Der neueste Trockenvorgang dagegen ist die
stellung von Sprayed-Rubber oder Staubgummi, be
ungefähr die gleichen Verfahren benutzt werden w
der Herstellung von Trockenmilch nach Krause.
bei wird die Latex durch eine schnell drehende S
fein zerstäubt und fällt mit einem warmen Luftstro
sammen hernieder. Auf diesem Wege wird der Gum
trocknet und legt sich flockenartig nieder. Das Verf
selbst und das Erzeugnis ist durch ein amerikan
Patent von Hopkinson geschützt und wird he
Sumatra, Java und Singapore benutzt.

Abb. 3
Anlage mit drei Türmen in Boenoet zur Herstellu
von Staubgummi

Abb. 4
mpfangstelle für Latex in der Fabrik in Boenoet

ie größte Anlage dieser Art hat Boenoet auf tra; sie gehört der United States Rubber Plantations, Abb. 3 gibt die Anlage mit drei Trockentürmen r. Jetzt ist man dabei, sie auf acht Türme zu vern. Die Fabrikorganisation ist nach amerikanischem r vorbildlich durchgeführt und zeigt, daß auch Großbe in den Tropen ohne weiteres möglich sind.

ie Gummimilch wird in Kesselwagen zur Fabrik cht, gewogen und der Gummigehalt bestimmt; sie dann in große Vorratsbehälter, Abb. 4. Um ein hes Gerinnen zu verhindern, wird ein kleiner Zusatz Ammoniak beigemischt. Von diesen Behältern wird uft die Flüssigkeit nach den Türmen gedrückt. Das en mit Kolben- oder Kreiselpumpen ist unmögda hierdurch ein Teil der Latex gerinnt und bald umpen verstopft. Oben in den Türmen sind Vorrat-Meßbehälter angebracht, und von hier fließt die Latex r Zerstäuberscheibe. Schematisch zeigt Abb. 5 den u eines Turmes. Die Zerstäuberscheibe selbst hat ähr 450 mm Dmr.; sie wird von einem Elektromotor rieben und macht 2850 Uml./min. Diese Einrichtung icht auswechselbar und hängt in einem Turm von 9 m Höhe und 10 m² Grundfläche. Der Turm besteht Beton. Oberhalb der Scheibe *b*, Abb. 5, wird warme

Abb. 5
Zerstäuberturm

Latex-Einlauf *b* Warme Luft mit Latex *c* Warme Luft
Gummi-Staubfänger *e* Klappe für den Entleerboden
f Elektromotor *g* Zerstäuberscheibe

Luft von etwa 350 °C zugeführt, und beim Fallen werden die Latextropfen durch sie getrocknet. Die warme Luft entweicht unten mit ungefähr 200 °. Die mitgerissenen Gummiteilchen werden durch Stoßplanken zurückgehalten.

Der Boden des Turmes steht auf Rollen, und wenn eine bestimmte Menge Gummi durchgesetzt ist, wird er herausgezogen und der flockenartige weiße Gummischnee wird dann in Ballen von rd. 500 × 500 × 450 mm³ im warmen Zustande gepreßt. Dieser Vorgang erfordert sehr wenig Kraft, und zur Bedienung eines Turmes von ungefähr 300 kg trocknem Gummi stündlicher Leistung werden drei Arbeiter gebraucht. Der Gummi, den man so gewonnen hat, ist durch keinerlei Chemikalien verunreinigt, und man behauptet, daß die Zug- und Verschleißfestigkeit hierdurch bedeutend steigt. Man hat Zahlen erreicht, wonach die Zugfestigkeit von Crêpegummi 140 kg/cm² beträgt, während sie bei Staubgummi 220 kg/cm² erreichen soll. Die Zahlen sind aber sehr vorsichtig aufzunehmen, und es läßt sich nicht eindeutig feststellen, welche Verbesserung wirklich erzielt wird.

Vorläufig können diese Anlagen nur für Großbetriebe benutzt werden, doch ist man dabei, auch eine Lösung für kleinere Anlagen zu finden.

Im Jahre 1923 ging man auch dazu über, die Latex selbst zu verschiffen, um sie in Amerika für die Gummierung von Geweben unmittelbar zu benutzen. Auch sprach man davon, die Latex für die Papierfabrikation, für die Farbenherstellung usw. zu verwenden. Die Latex wurde in großen Tanks gesammelt und unter sorgfältigem, langsamem Rühren mit Ammoniak gemischt, so daß die Flüssigkeit für den langen Weg haltbarer gemacht wurde. Die Latex wurde dann durch Druckluft in Tankschiffe übergepumpt. In der letzten Zeit hört man sehr wenig davon, und es ist wohl anzunehmen, daß der Preis der Beförderung eine große Rolle spielt, da ⅔ der Latex Wasser sind.

Eine äußerst wichtige Stellung nimmt heute auch der von der inländischen Bevölkerung selbst erzeugte Rohgummi ein. Der Inländer hat natürlich keine großen Maschinen zur Verfügung. Er kann nur ein Halberzeugnis herstellen, das vor dem Versand nach Amerika oder Europa nochmals verarbeitet werden muß. Der Inländer benutzt nicht nur Säuren zum Koagulieren, sondern vielfach auch Alaun, gegorenes Kokosnußwasser oder Urin. Er walzt dann mit einer Flasche oder mit einer kleinen Mangel die Kuchen aus und hängt sie zum Vortrocknen auf. Diese Kuchen enthalten im Mittel 25 bis 30 vH Wasser und Schmutz. In diesem Zustande werden sie von den chinesischen Gummihändlern aufgekauft und zum größten Teil nach Singapore verschifft. Hier werden sie gesondert, durch schwere Walzwerke mit geriffelten Walzen zerrissen und unter Zufügung von Wasser gewaschen. Das Erzeugnis wird dann ähnlich wie Crêpe ausgewalzt, nur daß die Bänder viel dicker sind. Die Bänder werden dann in einem Trockenhaus getrocknet, was bis zu vier Wochen dauern kann, und kommen dann als grau-weißliche Blanket-Crêpebänder auf den Markt

Abb. 6
Gummifabrik für die Verarbeitung von inländischem Gummi
Leistung 40 t in 24 h

a Maschinenraum *b* Motorraum *c* Vortrockner
d Trockenhaus *e* Wassertank Gummiwalzen

Es gibt Fabriken, die über 100 Walzwerke haben und die mehr als 1000 PS verbrauchen. Daraus geht wohl am besten hervor, welche große Rolle der inländische Gummi heute spielt.

Auch in Niederländisch-Indien ist man jetzt dabei, große zentrale Fabriken zu errichten. Die Fabrik, Abb. 6, ist vorgesehen mit 48 Walzwerken; sie hat einen Vortrockner, auf dem zuerst die Hauptmengen des eingeschlossenen Wassers aus den Crêpebändern entfernt werden. Danach werden die Bänder in einem Trockenhaus fertig getrocknet. Mit dieser Anlage soll es möglich sein, in 24 h 30 bis 40 t marktfähigen Gummis herzustellen.

Wie schon anfangs erwähnt wurde, ist die Rohgummibearbeitung in einem Entwicklungszustand, und es läßt sich noch nicht sagen, welche Wege künftig eingeschlagen werden. Einmal ist man dabei, die bekannten Masc zu verbessern und zu vervollkommnen, und es gibt schon Maschinen, die Sheets vollkommen selbsttätig stellen. Auf der andern Seite sucht man nach neuen Lösung. Es werden Versuche angestellt mi Elektroosmose, und man hat gefunden, daß man Zufügung eines Elektrolyten zur Latex den festen G ausfällen kann. Alle diese Versuche sind aber i Praxis noch nicht erprobt worden, und es bleibt warten, ob sie die bekannten Arbeitsverfahren verdrä können. Es muß überdies damit gerechnet werden, da üblichen Handelsmarken seit vielen Jahrzehnten auf Weltmarkt bekannt sind, und daß so leicht kein a Arbeitsverfahren das alte übliche Auswalzverfahre Sheets oder Crêpe wird verdrängen können. [B 21

Versuchstriebwagen der Straßenbahn von Springfield

Der Straßenbahn-Wagenbau hat lange Jahre technischen Stillstands hinter sich gehabt, bevor in den letzten Jahren, insbesondere durch den Wettbewerb des Kraftomnibusses angeregt, eine Reihe wertvoller technischer Neuerungen eingeführt wurden. Diese liegen wesentlich auch auf dem Gebiete der Formgebung insgesamt und der inneren Ausstattung, die gegenüber dem Wettbewerb des Kraftomnibusses besonders rückständig geblieben waren.

Ein neuerdings von der Straßenbahn in Springfield (Massachusetts, Ver. Staaten von Amerika) in Dienst gestellter Versuchstriebwagen stellt ein kennzeichnendes Beispiel für die Richtung dieser Entwicklung in den Vereinigten Staaten dar. Der Vorliebe für den Kraftomnibus verdankt diese Versuchsbauart schon äußerlich ihre Anlehnung an dessen Bauformen. Die Führerstand-Stirnwände des Wagens sind denen des Kraftomnibusses sinngemäß angenähert: der ganze Führerstand mit seinen Geräten liegt in einem Vorbau, dessen seitliche und vordere Glaswand wie die Windschutzscheiben eines Kraftwagens schräg gestellt sind. Neben einem ausgezeichneten Rundblick gewährt diese Anordnung dem Führer die vom Kraftwagen her bekannte Freiheit gegen Blendung durch die Beleuchtung des Wagens und andrer Fahrzeuge.

Der Wagen ist vierachsig mit zwei Drehgestellen, deren Bauart wesentliche Neuerungen aufweist. Die gewalzten Vollscheibenräder von 660 mm Dmr. laufen in Kegel-Doppelrollenlagern auf einer Achse mit Ausgleichgetriebe und werden über eine untenliegende Schnecke von den am Drehgestellrahmen aufgehängten beiden Motoren einzeln angetrieben. Dadurch ist das ganze Motorgewicht gefedert und das ungefederte Gewicht auf den Achsen weitgehend vermindert worden. Außerdem konnten wegen des großen Übersetzungsverhältnisses von 1 : 10, das sich in der Schnecke leicht konstruktiv unterbringen läßt, schnelllaufende und daher leichte Motoren verwendet werden.

Die Achsen werden durch untenliegende, mit ihren Enden zwischen Gummiblöcken geführte Blattfedern gestützt. Der aus gebogenen U-Trägern bestehende Drehgestellrahmen wird gegen das Wagenuntergestell nochmals durch Schraubenfedern abgefangen, die bis zu Dreiviertelbesetzung des Wagens wirksam sind und sich dann selbsttätig ausschalten. Die Räder haben Innenbackenbremsen und an den Radscheiben angeschraubte Bremstrommeln. Das Gesamtgewicht eines Drehgestells beträgt betriebfertig 2560 kg und verteilt sich auf zwei Motoren mit 385 kg, zwei Radsätze mit 1400 kg, den Drehgestellrahmen mit 740 kg sowie Wellen und Kupplungen mit 35 kg.

Das Untergestell des Wagens besteht aus Stahl, mit Ausnahme der Duralumin-Querträger, während für die Kastensäulen noch Holz mit Verstärkungswinkeln aus Leichtmetall verwendet worden ist. Man findet hier also die Bauweise, die auch für die Berliner Omnibusse der Aboag als die wirtschaftlichste Lösung gefunden worden ist. Diese Kasten werden in den eigenen Werkstätten der A aus Eschenholz hergestellt. Die Bekleidung des W kastens besteht aus Leichtmetallblechen, die 200 mm das Untergestell herabreichen und dadurch eine Sc bilden, die die elektrische Ausrüstung unter dem W kasten und die beweglichen Teile des Drehgestelles zu großen Teile wirksam abdeckt. Das Dach besteht au dernholz und ist mit Deckenleinen bespannt. Die Länge des Wagens beträgt 13 m. Durch die gedrängte art des Drehgestells war es möglich, mit 820 mm bodenhöhe auszukommen, so daß nur eine Eintrittstuf forderlich war.

Die Führerstand-Windschutzscheibe ist mit einem trischen Fensterwischer und einem Sonnenschutzdach gerüstet; vor der Stirnwand ist ein normaler Kraftw Stoßfänger angebracht. Der Wagen enthält 45 Sitzp und zwar 16 querstehende Doppelsitze, ledergepolstert klappbaren Rückenlehnen, vier Längsbänke für je drei sende und je einen Drehsessel in jedem Führerstand, w einer jeweils für einen Fahrgast zur Verfügung steht. weichend von dem bisherigen allgemeinen Gebrauch hat auch der Führer einen bequemen Ledersessel mit Rü lehne, und er führt den Wagen ganz wie ein Kraftw lenker.

Die vier Motoren von je 35 PS Stundenleistung w ferngesteuert; im Führerstand befindet sich eine 24 V-S walze, deren Kurbel in einer senkrechten Ebene ge wird; der Strom wird zwei hintereinander geschal 12 V-Batterien entnommen. Diese Batterien sind in Stromkreise für die Beleuchtung und den Luftverdi eingeschaltet und werden daher mit aufgeladen, sobald Verdichter läuft oder die Beleuchtung eingeschaltet Aus den Batterien werden auch die Notlampen gespeis daß keine Öllaternen mehr für diesen Zweck erforde sind.

Auch die Druckluftbremse und die Druckluft-Türsch einrichtungen haben elektrische Fernsteuerung. An D luftleitungen befindet sich im Führerstand also nur die Manometer. Sämtliche Luftleitungen bestehen aus Le metallrohren. Die Notbremse wird durch einen Handl ähnlich wie beim Kraftwagen betätigt, der jeweils nur nächstliegende Drehgestell abbremst. Das Gesamtgew des Wagens ist mit 10 600 kg sehr niedrig und un außer 5120 kg für die beiden vollständigen Drehges Untergestell und Wagenkasten mit 3530 kg, Sitze 790 kg, Fußboden mit 90 kg, elektrische Heizung mit 13 elektrische Ausrüstung im Wagenkasten mit 270 kg Luftbremse mit 450 kg.

Für die Untersuchung des Wagens ist ein weitgehe Programm aufgestellt worden, das auch das Messen Fahrgeräusches umfaßt, auf dessen Verminderung bei Konstruktion besondere Aufmerksamkeit verwandt wo ist. Die Herstellungskosten dieser neuen Wagenba liegen, Bau einer größeren Zahl vorausgesetzt, nur unwesentlich über denen der normalen vierachsigen Stra bahntriebwagen gleicher Leistung. [N 439] G

Die Müllverbrennung nach dem Kriege

Von Baurat Otto Uhde, Hamburg

Erste Anfänge — Herdofen — Schachtofen — Einführung maschineller Fördermittel — Vorschubtreppenrost — Schachtofen mit Ausdrückmaschine — Erzeugnisse — Aussichten

Abb. 1
Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg in Hamburg

Ältere Verfahren der Müllverbrennung

[U]nter den kommunaltechnischen Aufgaben nimmt die Beseitigung des Mülls eine besondere Stellung ein, da bis heute die Frage, welcher Weg hier einzu-gen sei, noch nicht grundsätzlich geklärt ist.

[I]n England, dem Lande des brennstoffreichen Mülls, tigt man das Müll durch Verbrennen. Auf dem Fest- entschloß man sich erst recht spät hierzu, und zwar st im Jahre 1893/94, unter dem Druck des Cholera-s in Hamburg[1]). Das englische Müll hat in der l einen Heizwert von 3000 bis 4000 kcal/kg, während beim Müll auf dem europäischen Festland mit Heiz-en von 1200 bis 1500 kcal/kg und darunter zu rechnen Man konnte daher mit dem vom Festlande stammen-Müll im englischen Herdofen, den man zunächst auch dem Festland anwandte, nicht dieselben günstigen bnisse erzielen wie mit englischem Müll. Bei manchem deutscher Städte mußte sogar ein fremder Brenn- zugesetzt werden, um das Müll überhaupt zu ver-nen. Der englische Herdofen arbeitet mit einer niedri- Brennstoffschicht und z. B. einer Rostanstrengung 200 kg/h Müll auf 1 m² Rostfläche[2]), was einer Wärmeleistung von 600 000 bis 800 000 kcal/h für englisches Müll und von 200 000 bis 300 000 kcal/h für deutsches Müll auf 1 m² Rostfläche entsprechen würde. In dieser geringeren Wärmeleistung mit dem vom Festlande stammenden Müll liegt nun der Mißerfolg des Herdofens auf dem Festland.

Es lag daher nahe, daß man zuerst in Deutschland, und wohl auf Grund der Hamburger Erfahrungen, dazu kam, den Schachtofen mit hoher Verbrennungsschicht zum Verbrennen von Müll zu verwenden. Man erwartete, im Schachtofen höhere Rostanstrengungen und dementsprechend höhere spezifische Wärmeleistungen zu erreichen. Versuchsanlagen, die in Hamburg und an andern Orten gebaut wurden, bestätigten diese Erwartungen, und damit begann nunmehr auch in Deutschland eine lebhaftere Entwicklung der Müllverbrennung. Es entstanden verschiedene Konstruktionen nach dem Schachtofen-Verfahren, die in einer Reihe deutscher Städte zur Ausführung gelangten. Als größte dieser Anlagen wurde im Jahre 1911/12 die Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg in Hamburg errichtet[3]).

In diese Entwicklung brachte der Krieg einen Stillstand, und nach dem Kriege konnte man sich aus verschiedenen Gründen nur allmählich auf sie zurückfinden.

[1]) F. Andreas Meyer, „Die städtische Verbrennungsanstalt für stoffe am Bullerdeich in Hamburg", 1901.
[2]) Verhandlungen des ersten Kongresses für Städtewesen, Düssel- 912, II. Band, S. 67.
[3]) „Hamburg und seine Bauten" 1914.

Abb. 2 und 3

Der Heizwert des Mülls war unter der Not der Nachkriegszeit und durch die immer mehr zunehmende Verwendung von Braunkohlenpreßlingen im Hausbrand noch niedriger geworden als vor dem Kriege, und während vor dem Kriege gesundheitliche Gesichtspunkte wohl in erster Linie ausschlaggebend für die Errichtung einer Müllverbrennungsanlage gewesen waren, verlangte man nun von ihr

Abb. 8
Ansicht des Müllverbrennungsofens, gegen die Ausdrückmaschine gesehen

auch eine gewisse Wirtschaftlichkeit. Diesem Ve konnten aber die Vorkriegsanlagen nicht gerecht da ihr Betrieb noch mit zu viel Handarbeit verknü daher zu teuer war. Man nahm daher zunächst alt wie die landwirtschaftliche Verwertung des Mü Sortieren in wiederaufarbeitbare Bestandteile und ä wieder auf. Diese Pläne haben aber bis heute n wirklichen Ergebnissen geführt, sie haben aber je den Gedanken, das Müll durch Verbrennen zur erzeugung auszunutzen und zu leicht verkäu Erzeugnissen nach gesundheitlichen und wirtscha Gesichtspunkten umzuformen, nicht zur Ruhe k lassen. Man strebt vielmehr weiter danac Rostanstrengung oder den Durchsatz der Ofeneinhe weiter zu steigern, und zwar einmal in der Erw daß dann das seinem Heizwert nach noch schlech wordene Müll wieder leichter zu verbrennen sei, un weil sich die Maschinen, die für den Ersatz der arbeit zur Förderung des Mülls zum Ofen und de stände aus dem Ofen erforderlich werden, leichter machen. Zwei Wege sind in dieser Richtung eing gen worden.

Neuere Verfahren

Der eine Weg ist der, daß man einen l leistungs-Vorschubtreppenrost für d brennung des Mülls anwendet. Er wurde zum er in der Müllverbrennungsanlage von Berlin-Schönebe geführt, die im Jahre 1920/21 errichtet und technis gut durchgearbeitet worden ist. Dieser Rost hat im Laufe der Jahre, insbesondere für das an Braun asche reiche Wintermüll, wie es in Schöneberg nicht die Hoffnungen erfüllt, die man an ihn g

Abb. 2 bis 7
Schachtofen mit Ausdrückmaschine

Abb. 4 Abb. 5 Abb. 6 Abb. 7

Dies liegt in erster Linie daran, daß der Vorschub-
ıgerechte Fortpflanzung des Feuers voraussetzt, die
ndere beim Braunkohlen-Aschenmüll seiner Brenn-
nut und seiner geringen Wärmeleitfähigkeit wegen
ewährleistet ist.

r andre Weg geht von dem erprobten Schacht-
ıus und erreicht die Steigerung der Rostanstrengung
maschinelle Austragung der Ver-
ıungsrückstände vom Ofenherd. Über diesen
ll nun im nachstehenden eingehender berichtet wer-
er in der Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg
ıburg zu besonderen Ergebnissen geführt hat, aus
sich mit einer gewissen Zuverlässigkeit ein Bild
e Aussichten, die die Müllverbrennung bieten kann,
en läßt.

Abb. 1 ist ein Querschnitt der Müllverbrennungs-
Alter Teichweg dargestellt. Dieser zeigt eine Ofen-
in Verbindung mit einem vereinigten Einflammrohr-
ohrkessel. Zwölf solcher Ofeneinheiten, von denen
nur vier mit den genannten Kesseln ausgerüstet sind,
ebeneinander aufgestellt.

25 wurde nunmehr eine der Ofeneinheiten, die noch
Kessel hatte, durch einen Ofen mit einer Ausdrück-
ne von der Art, wie sie im größeren Maßstabe bei
en gebraucht werden, ersetzt, und dieser Ofen
eitig mit einem Steilrohrkessel versehen. Abb. 2
zeigen die Konstruktion dieses Ofens nebst Kessel
bb. 8 eine Ansicht des Ofens nebst Ausdrück-
ne, von der Seite gesehen. Hiernach unterscheidet
r neue Ofen, abgesehen von der Ausdrückmaschine
m Kessel, nur wenig von den andern Öfen der An-
Der Betrieb verläuft ebenfalls ähnlich wie in den
Öfen. Da jedoch die Ausdrückmaschine die Rück-
restlos vom Rost entfernt, so muß auf irgendeine
d Weise dafür gesorgt werden, daß auf dem Rost
ndes Müll zur Entzündung der neuen Be-
ıng zurückbleibt. Das geschieht auf zweierlei Weise.
sind die Seitenwände des Ofens mit nischenartigen
versehen. In diesen Nischen liegt ein Teil der
ung, der zur Zeit der Schlackenausdrückung so weit
in Brand gekommen ist, daß er, auf den gereinigten Rost gezogen, dort die anschließend frisch aufgegebene Beschickung zündet. Zweitens wird beim Herausschieben des Schlackenkuchens in den Ofenhals ein Gerät eingeführt, das eine gewisse Menge der an der Oberfläche des Kuchens noch heftig glühenden Rückstände zurückhält. Das Gerät wird beim Zurückholen des Ausdrückschildes von diesem mitgenommen und streift hierbei die zurückgehaltene Glut auf den Rost ab. Das zuletzt genannte Verfahren hat sich am besten bewährt.

Der Ofen ist seit Januar 1926 im Betrieb. Die Rauchgaszustände zwischen Ofen und Kessel weisen, wie das Schaubild, Abb. 9, zeigt, eine gute Gleichförmigkeit auf. Im Parallelbetrieb mit den übrigen elf Öfen wurde festgestellt, daß, wenn beispielsweise in jedem Ofen 30 t in 24 h durchgesetzt werden, der neue Ofen mit demselben Müll (braunkohlenaschenreiches Wintermüll) etwa

Abb. 9
Rauchgaszustände des Inferno-Ofens mit Schlackenausdrückung

Temperatur und Zusammensetzung der Rauchgase vor dem Kessel. Aufgenommen am 20. 3. 26. Temperatur mit Platin-Platinrhodium-Thermoelement. Rauchgasanalyse mit Orsat-Apparat von Jul. Pintsch.

loger, „Die Müllverbrennungsanlage in Berlin-Schöneberg“,
ausgegeben im Auftrage des Bezirksamtes.

Abb. 10
Abhängigkeit der Ofenleistung vom Raumgewicht des Mülls für den Inferno-Ofen von 1,2 m³ Rostfläche mit Schlackenausdrückung

80 t in 24 h leistet. Es hat sich hierbei fernerhin auch herausgestellt, daß, was früher schon vermutet wurde, die Ofenleistung für Müllarten von niedrigem Heizwert von dem Raumgewicht des Mülls abhängig ist, Abb. 10. Im übrigen ist es bisher immer noch nicht gelungen, aus der Analyse und dem Heizwert von Müllproben den Ofendurchsatz zuverlässig zu ermitteln. Man ist hierzu bei unbekannten Müllarten immer noch auf den Versuch mit großen Müllmengen angewiesen.

Die Betriebsbeobachtungen haben außerdem ergeben, daß mit der genannten Leistung von 80 t in 24 h die Grenze der möglichen Leistung noch nicht erreicht ist, da die vorhandene Beschickeinrichtung nicht leistungsfähig genug ist, um die erforderlichen Müllmengen heranzubringen, und da die ausgedrückten Verbrennungsrückstände mit den vorhandenen Einrichtungen nicht schnell genug fortgeschafft werden können. Beides läßt sich aber durch geeignete technische Maßnahmen ändern. Da außerdem feststeht, daß eine Vergrößerung der Rostfläche, die bei den obigen Öfen 1,2 m² beträgt, auf etwa das Doppelte keine technischen Schwierigkeiten macht, so kann man nunmehr mit Ofeneinheiten bis zu 200 t Tagesleistung rechnen. Für solche Einheiten machen sich aber die maschinellen Hilfsmittel, da ihre Abmessungen unabhängig von der Leistung der Ofeneinheit nahezu dieselben bleiben, natürlich erst recht bezahlt.

Der Betrieb des Steilrohrkessels hat bisher ergeben, daß der Steilrohrkessel anscheinend nur bei sehr aschenreichem Müll dem Rauchrohrkessel überlegen ist, da sich bei ihm durch geeignet angeordnete Aschenbläser die Röhren leichter und schneller reinigen lassen als beim Rauchrohrkessel. Bei aschenarmem Müll scheint dagegen beim Steilrohrkessel die Verdampfung ungünstiger zu sein als beim Rauchrohrkessel, vermutlich weil die Rauchgase beim Steilrohrkessel größere Abkühlungsflächen berühren als beim Rauchrohrkessel, was naturgemäß bei dem geringen Wärmegehalt der Rauchgase ins Gewicht fällt.

Die gewonnenen Erfahrungen haben nunmehr zu dem Entwurf einer Müllverbrennungsanlage geführt, die unter Verwendung eines Schachtofens von 2,5 m² Rostfläche überall da, wo das möglich ist, Maschinenarbeit an Stelle von Handarbeit vorsieht. In Abb. 11 bis 14 ist diese Anlage dargestellt. Der Entwurf stammt von der Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik, Frankfurt a. M., und der Ofen führt die Bezeichnung Inferno 2,5. Der Ofenschacht ist ähnlich konstruiert wie bisher. In der Schlackenbildungszone besteht er aus einem wassergekühlten Eisenmantel und darüber aus Schamotte. Die Sohle des Schachtes bildet eine Düsenrostplatte von 2,5 m² gesamter und etwa 0,05 m² freier Rostfläche. An Stelle der Beschickung von der Mitte aus ist der Schacht mit zwei seitlichen Beschicktrichtern versehen, die bei gleicher Konstruktionshöhe leistungsfähiger sind.

Das Müll wird in Trommeln von 10 m³ nutzbarem Inhalt auf Kraftwagen an die Anlage herangebracht. Die Trommeln *a* werden mittels eines Halbportaldrehkranes a_1 vom Untergestell des Kraftwagens abgehoben, nach dem im Ofenhaus gelegenen Bunker *b* gebracht und dort durch Schrägstellen entleert. Aus dem Bunker wird das Müll mittels eines Greiferkranes *c* einem Beschickwaden *d* zugeführt, der zur Aufnahme des Mülls mit zwei Taschen von je etwa 2,5 m³ Inhalt ausgerüstet ist. Der Beschickwag bringt das Müll nach den seitlichen Beschicktrichtern Ofenschachtes. Durch die Einschaltung des Besc wagens ist es möglich, die Beschicktrichter unabhä vom Greiferkran sofort nach ihrer Entleerung wiede füllen und damit die Ofengicht ohne Zeitverlust gas zu schließen. Die Beschicktrichter führen das Müll d in den Schacht ein, daß es in diesem in 1 bis 1,5 m Sch höhe nahezu wagerecht geschichtet lagert. Die frische schickung wird durch die noch in heftiger Glut be lichen Rückstände entzündet. Unterstützt wird die Zün außerdem durch die hocherhitzte Verbrennungsluft, sofort nach erfolgter Beschickung in die Mülladung geblasen wird. Oft reicht die Temperatur der Ver nungsluft bei sehr leicht verbrennlichen Müllarten s allein zum Zünden des Mülls aus.

Die Verbrennungsluft wird von einem umlaufe Kapselgebläse *e* über einen Schalldämpfer *f* aus Freien herangeholt, durch einen Winderhitzer *g* nach Düsenrostplatte gedrückt und durch diese in das Müll geführt. Hier bewirkt der in vielen heftigen Strahlen blasende heiße Wind außer der Verbennung des eine Absonderung der feinen, schwer schmelzbaren standteile des Mülls, die ähnlich wie in einer durch D wasser betätigten Setzmaschine durch den Wind aus Mülladung herausgehoben und nach der an den schacht anschließenden Veraschungskammer *h* ge werden. Die absondernde Wirkung wird hierbei u stützt durch die Schwingungen des Gebläsewindes einem Kapselgebläse an und für sich eigen sind. D die Absonderung der schwer schmelzbaren Bestan wird der Ofenschacht mehr oder weniger entlastet, es sind in ihm nunmehr nur noch das Grobmüll un leicht schmelzbaren Feinmüllteile zu verbrennen; a dem wird die Bildung einer reinen, gut gesint Schlacke erleichtert. Der Druck des Gebläsewindes, dem Rost gemessen, beträgt dementsprechend zu B einer jeden Beschickung etwa 400 bis 500 W.-S., u sinkt mit zunehmender Absonderung des Feinmülls fortschreitender Verschlackung des übrigen Mülls 300 bis 350 mm W.-S.

Die von der Veraschungskammer aufgenomm schwer schmelzbaren Feinmüllteilchen verglimmen wie die Grude auf dem Grudeherd zu einer feinen A Durch die Glimmhitze wird der an der Decke der aschungskammer angeordnete Winderhitzer *g* ge Dieser besteht aus einer Anzahl balkenartiger, gußeis Teile, die die Kammer überspannen. In die gußeis Körper sind schmiedeiserne Rohre eingegossen, durc die Verbrennungsluft strömt. Ein solcher Winderh ist nicht nur verhältnismäßig unempfindlich gegen schmutzungen durch die Flugasche, sondern er stellt in Verbindung mit der Veraschungskammer einen beträchtlichen Wärmespeicher dar.

Der Vorgang im Ofenschacht verläuft bei Müll wie sie auf dem Festlande vorhanden sind, von 100 1500 kcal/kg Heizwert und mittlerer Verbrennlichkeit e rungsgemäß in etwa 20 min. In dieser Zeit wird Müll verbrannt und zu einer je nach der Zusan setzung des Mülls mehr oder weniger harten porigen Schlacke zusammengesintert; die Schlacke ausgetragen und die nächste Füllung wieder geben. Das Ende einer jeden Beschickung wird erkannt, daß sich auf dem Ofenherd ein Schlackenk von etwa 400 bis 500 mm Höhe gebildet hat und da CO_2-Gehalt der Rauchgase absinkt. Es ist dann Zei Gebläsewind abzustellen und die Schlacke auszut Der im Innern und an der Oberfläche noch glü Schlackenkuchen wird durch eine Ausdrückmaschi einen den Windkasten des Düsenrostes umhüll Schlackenrumpf ausgestoßen, und hierbei wird durc Abstreifgerät eine gewisse Menge Glut von der Ober des Kuchens zur Entzündung der nächsten Beschi auf dem Rost zurückgehalten. Die anfallende Sc macht etwa 45 bis 50 vH der jeweiligen Müllmeng Gewicht nach aus. Im Schlackenrumpf gibt die Sc noch einen Teil ihrer Wärme durch Strahlung und vektion an die durch den Windkasten strömende,

Schnitt A-B

Schnitt C-D

b. 11 bis 14
verbrennungs-
e mit Inferno-
von je 2,5 m²
Rostfläche

a 10 m³-Müllkasten
*a*₁ Halbportal-Drehkran
b Müllbunker
c Greifer
d Beschickwagen
e umlaufendes Kapselgebläse
f Schalldämpfer
g Winderhitzer
h Veraschungskammer
i Ausdrückmaschine
k Schlackenförderwagen
l Schlackenkanal
m elektrische Gasreinigung
n Kesselhaus *o* Ofenhaus
p Herd *q* Zündrost

tzte Verbrennungsluft ab. Die Schlacke wird alsdann :h einen Auslauf des Schlackenrumpfes in einen lackenförderwagen *k* von etwa 3 m³ Inhalt abgezogen, maschinell durch den unter dem Ofen verlaufenden lackenkanal *l* ins Freie befördert und hier in den Roh-ackenbunker entleert wird. In diesem werden die im n noch glühenden Schlacken angenäßt und die flüch-n Schwefelverbindungen der Schlacken durch das hier-entstehende Kohlensäure-Luft-Dampf-Gemisch zerstört.

Vom Rohschlackenbunker wird die Schlacke nach ge-end langer Ablagerung mittels Greiferkranes zu einer lackenbrecher- und Siebanlage befördert, in der sie :h einen Steinbrecher zerkleinert, durch einen Magnet-eider von Eisenteilen und magnetischen Schlacken senoxydoxydulschlacken und Magnetkies) befreit und einem Schüttelsieb nach Korngröße gesichtet wird. Die e, hochwertige Schlacke wird dann, nach Korngrößen ennt, mittels Greiferkranes auf das Lager gebracht, rend ein Magnetgreifer das Alteisen und die magne-ne Schlacke ebendorthin befördert.

Während nun die Müllverbrennung in der Regel 24 h Tage arbeitet, ist die Schlackenbrecher- und Siebanlage emessen, daß sie den gesamten Anfall an Rohschlacken h aufarbeiten kann. Es wird dadurch erreicht, daß igend Zeit zur Verwitterung der Rohschlacken in ihren kern verbleibt.

Durch die Veraschungskammer ziehen nun außerdem bei der Verbrennung des Mülls im Ofenschacht ent-enden Rauchgase ab, die, soweit erforderlich, unter Einfluß der Temperatur der Veraschungskammer in er noch eine Nachverbrennung erfahren. Hierzu ist er Stirnwand des Ofenschachtes gegenüber dem Rauch-bzug (Feuerbrücke) eine Luftdüse angeordnet. Die chgase treten dann, von den gröbsten Flugaschen be-, aus der Kammer in einen unmittelbar in die Kammer inragenden Flammrohrkessel ein, an dessen anderm e sie sich in einer Rauchkammer (der ersten Rauch-mer) auf zwei darüber liegende Rauchrohrkessel eilen. Der erforderlichen Heizfläche entsprechend sind i Rauchrohrkessel notwendig, da der immerhin noch handene Gehalt der Rauchgase an feinen Aschen recht ze Rauchrohre verlangt, damit die Aschen leicht und nell während des Betriebes aus den Rohren entfernt den können, und da der Wärmeübergang aus mäßiger itze in einer großen Zahl kurzer Rohre günstiger ist als in einer entsprechend kleineren Zahl langer Rohre. In der ersten Rauchkammer liegt auch der Dampfüber-hitzer, Bauart Heizmann, der gegen Veraschung ebenfalls verhältnismäßig unempfindlich ist.

Außerdem sind in der Stirnwand der ersten Rauch-kammer vor der Stirn der Rauchrohrkessel vier Aschen-bläser zum Reinigen der Rauchrohre angebracht. Die Rauchgase werden am Ende der Rauchrohrkessel wieder durch eine Rauchkammer (die zweite Rauchkammer) ge-sammelt und am Kopf dieser Kammer bei aschenarmem Müll unmittelbar, bei aschenreichem Müll über eine elek-trische Gasreinigungsanlage *m*, durch einen mit Kiesel-gursteinen ausgekleideten Blechschornstein ins Freie ge-führt. Die Stirnwand der zweiten Rauchkammer ist mit eisernen Türen ausgerüstet, die derart angeordnet und bemessen sind, daß jedes Rauchrohr von hier aus mit einem Hechtkopf gefegt werden kann. Zu diesem Zweck sind auch die Rauchrohrkessel erheblich höher über dem Flammrohrkessel angeordnet, als dies sonst üblich ist.

Das Blasen mit dem Aschenbläser ist je nach dem Staubgehalt der Rauchgase alle 6 bis 24 h, das Reinigen mit dem Hechtkopf jeden Tag bis alle 14 Tage erforder-lich. Von der Anordnung eines Ekonomisers ist abgesehen worden, da die wärmearmen Abgase diese Kapitalanlage und den Platzbedarf nicht rechtfertigen. Der Zug wird durch mondsichelförmige, gegenläufige Halbschieber mit Schneckenantrieb am Fuße des Schornsteins geregelt. Mit solchen Schiebern läßt sich der Zug besser als mit irgend-einer andern Einrichtung einstellen, was bei der Empfind-lichkeit der Müllverbrennung gegen die Zug- und Druck-verhältnisse der Verbrennungsgase von besonderer Be-deutung ist. Dadurch, daß im übrigen jeder Ofen sein eigenes Gebläse und seinen eigenen Schornstein hat, ist es möglich, den durch die ständigen Änderungen der Müll-zusammensetzungen verursachten Betriebschwankungen sehr leicht und sicher ohne verwickelte, oft nicht überseh-bare, Betriebsbeobachtungen zu folgen und so eine stetige und befriedigende Verbrennung des Mülls zu erreichen.

Die Menge der anfallenden Flugasche schwankt zwischen 5 und 20 vH des Müllgewichtes. Ihre absolute Menge hängt in jedem Falle außerdem noch von der Temperatur der Verbrennungsluft ab. Bei Windtempera-turen über 300 °C sinkt der Flugaschengehalt der Rauch-gase recht erheblich. Die Hauptmasse der Flugasche wird in der Veraschungskammer zurückgehalten, der Rest bei

aschenarmem Müll in der ersten und zweiten Rauchkammer und bei aschenreichem Müll außerdem noch in der elektrischen Gasreinigungsanlage. Alle diese Abscheidestellen haben je einen Sammelrumpf, aus dem die Flugasche bei aschenarmem Müll alle 24 h, bei aschenreichem Müll alle 6 h mittels einer mit Saugluft betriebenen Entaschungsanlage abgesogen und nach einem eisernen Sammelbehälter auf dem Flugaschen-Lagerplatz befördert wird. Aus diesem Sammelbehälter wird dann die Asche mittels einer Förder- und Mischschnecke unter Abkühlen durch Luft und Wasser und unter Annässen mit einem Wassergehalt von 10 bis 15 vH ausgetragen. Die Flugaschen sind sehr gutartig, da sie nur selten gröbere, scharfe und zusammengesinterte Teile enthalten. Sie eignen sich daher sehr gut zur Förderung durch Druckluft.

In den Fällen, wo noch ein Müll verbrannt werden soll, dessen eigener Heizwert nicht mehr ausreicht, um die Entzündung des Mülls herbeizuführen, oder wo das Müll zwar einen hohen Heizwert hat, aber schwer verbrennlich ist, oder in den Fällen, wo mehr Dampf erzeugt werden soll, als dem Heizwert des Mülls entspricht, empfiehlt es sich, auf den Winderhitzer eine Brennstaubfeuerung einwirken zu lassen, wozu sich die Veraschungskammer ausgezeichnet eignet. Man nutzt auf diese Weise den Brennstoff besser aus, als wenn man ihn dem Müll zur Aufbesserung des Heizwertes beimischt. Auch eine Ölfeuerung kann man, den gleichen Zwecken dienend, an dieser Stelle anbringen und betreiben. Da es sich hierbei um die Steigerung der Anfangstemperatur der Rauchgase handelt, so ist eine Vergrößerung der Kesselheizfläche zur vollständigen Ausnutzung der Abhitze meist nicht erforderlich.

Aussichten der Müllverbrennung

In der erwähnten Müllverbrennungsanlage am Alten Teichweg in Hamburg sind für den eigentlichen Verbrennungsbetrieb — Müllkranbetrieb, Ofenbetrieb, Kesselbetrieb, Schlackenförderung und Aufbereitung, Flugaschenförderung und Platzbetrieb — etwa 0,5 Arbeitschichten auf 1 t Müll nötig. Für die vorstehend beschriebene Anlage dagegen ist der Arbeiterbedarf zu 0,2 Arbeitschichten auf 1 t Müll errechnet worden. Es wäre also durch die Mechanisierung des Betriebes eine erhebliche Ersparnis an Arbeitskräften erreicht. Für die Deckung der Betriebkosten steht der Erlös aus den Erzeugnissen der Müllverbrennung zur Verfügung. In Teilen des Müllgewichtes werden gewonnen: Schlacke 45 bis 50 vH, Alteisen 1 vH, Magnetschlacke 0,7 vH, Flugasche 5 bis 20 vH, Dampf 0,25 bis 1,5 kg auf 1 kg Müll, Warmwasser 10 bis 15 m^3 Wasser von 50 ° C in 1 h für eine Ofeneinheit.

Die gebrochene und gesiebte Schlacke bildet einen vorzüglichen Wegebau- und Betonrohstoff. Sie liefert einen sehr zähen, schalldämpfenden Beton von geringem Wärmeausdehnungsvermögen und niedrigem Raumgewicht, und zwar bei geringerem Zementverbrauch als für Beton aus Kies oder Steinschlag von gleicher Druckfestigkeit. Die Schlacke ist daher restlos zu guten Preisen — 50 bis 60 vH des Preises von Kies oder Steinschlag — verkäuflich.

Das Alteisen ist, je nach der Konjunktur, zu Preisen von 30 bis 50 vH des jeweiligen Schrottpreises verkäuflich. Wenn es in Paketen verkauft wird, werden höhere Preise erzielt, jedoch lohnt sich dies nur bei sehr großem Anfall von Alteisen.

Die Magnetschlacke ist ihres Sulfid- und Eisengehaltes wegen zur Mörtelbereitung nicht geeignet. Sie muß daher auch als Schädling aus der eigentlichen Schlacke sorgfältig abgesondert werden. Sie ist zur Zeit noch nicht verkäuflich.

Für die Flugasche gilt zur Zeit fast noch da gleiche. Sie wird bisher nur in der Landwirtschaft a Bodenverbesserungsmittel benutzt und ihre feinsten B standteile in ganz geringen Mengen als Heilmittel gege Furunkulose und Gicht. Im übrigen dient sie zu Geländ aufhöhungen, wozu sie sich ganz ausgezeichnet eign Ihre Zusammensetzung ist, wie aus mehreren Analys der Hamburger Müllflugaschen hervorgeht, verhältni mäßig gleichförmig. Seit einigen Jahren ist durch Ve suche festgestellt, daß sich aus der Flugasche ohne Ve wendung eines Bindemittels nach einem Versteinungsve fahren von Prof. Dr. Schönhöfer, Braunschweig, e sehr druckfester Stein und Beton[4a]) herstellen läßt. D Verfahren wird von Schönhöfer als „Kunststeinherstellu nach dem Wechverfahren“[5]) bezeichnet. Es ist wisse schaftlich bestätigt durch die Arbeiten von Prof. Keg in Freiburg über „Die Brikettierung der Braunkohle“ Beide Produkte vertragen auch eine Magerung durch Fei kornschlacke bis zum Mischungsverhältnis 1 : 1, si jedoch nicht witterungsbeständig. Nach dem gleichen Ve fahren läßt sich die Flugasche auch leicht und ohne gro Kosten zu Knorpel agglomerieren. Es wäre also mö lich, die Flugasche zu schmelzen und aus ihr Schlacke pflastersteine nach der Art der Mansfelder herzustelle Dabei wäre denkbar, den Eisengehalt der Flugasche dur das Alteisen und die Magnetschlacke anzureichern u neben der Schlacke noch Roheisen zu gewinnen. Fern kann vermutet werden, daß die von der elektrischen Ga reinigung abgeschiedenen Flugaschen unmittelbar in d Landwirtschaft als Düngemittel absetzbar sind.

Die Verwertung des Dampfes und Warmwasse hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Man wird imm bestrebt sein müssen, den Dampf an ein Elektrizitätswe oder an eine Industrie mit ähnlichem dauerndem Dam bedarf abzugeben. In diesen Fällen wird man mit Dam preisen von 3 bis 5 ℳ/t bei freier Rückgabe des Kond sats rechnen können. Da der Heizwert des Mülls n sehr schwierig festzustellen ist, und da dieser dauer unter dem Einfluß der verschiedensten Wirtschaftsfakto des täglichen Lebens schwankt, so ist die Angabe ei Verdampfzahl ohne Großversuch sehr erschwert, mal da diese außerdem noch von dem Grade der Verbre lichkeit und der Fähigkeit des Mülls zur Schlackenbildu abhängt. Man wird daher immer gut tun, nach Mögli keit noch gewerbliche und industrielle Abfälle, sow diese noch einen Heizwert haben oder Schlackenbild sind, beispielsweise Schlacken von Elektrizitäts- und G werken, von Gießereien usw., zur Erhöhung der Dam ausbeute und zur Erleichterung des Ofenganges heran holen, wobei in der Regel damit gerechnet werden ka daß diese Abfälle kostenlos an die Müllverbrennungsans abgegeben werden. Bei Anwendung von Zusatzfeuerung wie beispielsweise der weiter vorn erwähnten Brennsta feuerung, ist nicht unbedingt mit einem wirtschaftlic Vorteil zu rechnen, nämlich dann nicht, wenn für Zusatzbrennstoffe die üblichen Preise bezahlt wer müssen.

Nach allem ist also der Gedanke, das Müll durch V brennung zu beseitigen, auch in wirtschaftlicher Hins aussichtsreich. Daher sollte die Müllverbrennung wie wie einst in der Vorkriegzeit, als der gegebene Weg Beseitigung des Mülls angesehen werden, zumal da da den kommunalen Organen ein Mittel zur Vernichtung Schmutzstoffe des Haushaltes in die Hand gegeben w das die schärfste Nachprüfung in gesundheitlicher H sicht ermöglicht. [B 226]

[4a]) Baukörper aus Steingrus und irgendeinem Mörtel.
[5]) Tonindustrie Nr. 92 u. 93 (1925) und Nr. 75 (1926).
[6]) Braunkohle Nr. 9 (1903) und Nr. 19 (1926).

Erfahrungen mit dem Kabelbagger

Von Dr.-Ing. Behring, Schwiecheldt, Kreis Peine

eschreibung der Einzelteile, der Aufstellung und des Betriebes eines radial fahrbaren Kabelbaggers leichter Bauart — Ausihrungsmängel; durch sie hervorgerufene und übliche Betriebsunterbrechungen — Leistungen, Geschwindigkeiten des Schürfkübels und Kosten des Gerätes, seines Auf- und Abbaues und Betriebes — Verwendungsbereich des Kabelbaggers

Abb. 1
Kabelbagger im Betrieb beim Kanalbau

ɔs V des Weser-Elbe-Kanals, in der Gemarkung wiecheldt, Kreis Peine, rutschten in den Jahren ?/26 die frisch hergestellten Kanaleinschnittıgen in außerordentlich großem Umfange, oft bis m tief eingeschnittenen Kanalsohle, ab[1]).

: gerutschte Boden, mehr als 300 000 m³, wurde Löffelbagger und mittels Handarbeit unter Verwenon Muldenkippern, Gurtförderern und Bremsbergı ausgehoben und auf eine Ablagerungsfläche ge- In einer großen Rutschung wurde anfangs 1926 ushub von 11 400 m³ Boden ein radial fahrbarer ıgger leichter Bauart eingesetzt, dessen Hauptın der Firma Dipl.-Ing. Riedig, Dresden, gelierden. Diese Baggerart ist in Amerika schon viel- Deutschland aber erst seit kurzer Zeit in einigen ıbetrieben angewendet worden. Adolf Bleichert .Leipzig, z. B. hat eine Anzahl parallel fahrbarer ıgger mit Spannweiten bis 300 m und theoretischen gen bis 150 m³/h für Abraumbetriebe geliefert.

Die Lieferung Riedigs umfaßte das etwa 100 m lange Tragkabel (halbverschlossenes Seil mit 35 mm Dmr., 6,7 kg/m Gewicht, 10 000 kg/cm² Festigkeit), den Schürfkübel aus Flußstahl von 1,5 m³ Fassungsvermögen mit Laufkatze und Kettengehänge, das Kabelhubseil nebst vierfach eingeschertem Flaschenzug, das Kübelzugseil, die Abspannseile für den feststehenden Turm, die Umführungsrollen und Befestigungsmittel für die Seile, den Anschlagkloben und die beiden Trommelwinden. Der 18 m hohe hölzerne Turm, der hölzerne Schütt-Trichter und die Spannschlösser für die Ankerseile wurden von der bauausführenden Firma Philipp Holzmann, A.-G., Frankfurt a. M., auf der Baustelle angefertigt.

Allgemeine Beschreibung des Kabelbaggerbetriebes

Die Aufstellung und Arbeitsweise des Kabelbaggers ist aus Abb. 1 und 2 ersichtlich. Das eine Ende des Tragkabels war mit dem vierfach eingescherten Flaschenzug an dem im Gelände verankerten 18 m hohen Turm, das andre Ende an einem auf der Kanalsohle fahrbaren Löffelbagger von 2 m³ Inhalt befestigt. Der im Gelände stehende Schütt-Trichter, unter dem die Förderzüge mit Kasten-

[1]) ·oetzke, „Neuere Erfahrungen bei Erdarbeiten" Zentralblatt ·erwaltung Bd. 44 (1924) S. 117 u. 125 u. Bd. 45 (1925) S. 441 u. f.

Abb. 2
Anordnung des Kabelbaggers

kippern für 4 m³ durchfahren konnten, war um den Turm herum verschiebbar. Die Winden nebst Lokomobile wurden seitlich vom Turm aufgestellt.

Der Bagger arbeitete in folgender Weise: Sobald der an der Laufkatze angehängte Schürfkübel seinen Inhalt in den Schütt-Trichter ausgekippt hatte, ließ der Windenführer die Bremse von der Zugseiltrommel los, und die Katze mit dem Kübel rollte infolge ihres Gewichtes auf dem Tragkabel abwärts. Gleichzeitig wurde durch Loslassen der Trommel für das Kabelhubseil das Tragkabel soweit gesenkt, bis der Kübel den zu baggernden Boden erreicht hatte. Dann wurden beide Seilbewegungen durch Bremsen stillgesetzt, und die Zugseiltrommel mit dem von der Lokomobile getriebenen Vorgelege für die Aufwärtsbewegung gekuppelt. Der Kübel schürfte dann den Boden und füllte sich. Sobald der Kübel gefüllt war, wurde auch die Trommel für das Kabelhubseil eingerückt und damit das Tragkabel und der Kübel aus dem Boden gehoben und zwar so hoch, daß der Kübel nicht an den oberen Rand des Schütt-Trichters stieß; dann wurde die Bewegung des Tragkabels abgeschaltet. Durch das Ziehen am Zugseil gelangte schließlich der Kübel über den Schütt-Trichter; das vor der Laufkatze auf dem Tragkabel laufende Wanderlager stieß an einen auf dem Tragkabel — zwischen Trichter und Turm — verschraubten Anschlag und bewirkte damit das Kippen und Entleeren des Kübels. Gleichzeitig mit dem Kippen des Kübels wurde vom Windenführer die Zugseiltrommel ausgekuppelt. Dann begann das Spiel von neuem.

Im Mittel wurde ein Zug von siebzehn 4 m³-Wagen in 2 h beladen. Zur Förderung des Bodens auf die 3,5 km entfernte Kippe genügten daher eine Lokomotive und dreißig 4 m³-Wagen. Wenn die Lokomotive nicht am Kabelbagger war, wurden die Wagen am Schütt-Trichter durch zwei Arbeiter verschoben.

Einzelteile des Kabelbaggers

Der Schürfkübel mit Laufkatze und Entladevorrichtung[2]) ist in Abb. 3 dargestellt. Der Kübel ist mit der Kette a drehbar um die Rolle b an der Laufkatze aufgehängt. Das Zugseil zieht mit dem Rollenkloben c und den Ketten d_1 und d_2 den Kübel nebst der Laufkatze beim Schürfen und Fördern. Die Kette e, die vom Wanderlager f über den Rollenkloben c und die Laufkatze zur hinteren Wand g des Kübels führt, dient nur zum Kippen des Kübels. Sobald das Wanderlager durch den Anschlag h aufgehalten wird, wird durch das Ziehen des Zugseils und das Vorrücken des Rollenklobens c über das Wanderlager hinaus das zwischen c und g liegende Stück der Kette e verkürzt und damit der hintere Teil des Kübels gehoben.

Riedig hatte damit gerechnet, daß der Durchhang des Tragkabels nicht kleiner als 6,70 m werden sollte. Für diesen Durchhang und für die Stellung des Kübels in der Mitte der Kabelspannweite l ergibt sich der Zug im Kabel hinreichend genau nach Reauleaux zu $H = (Q + 2P)\,\frac{l}{\gamma} =$ 15 600 kg. Hierin ist das Kabelgewicht $Q = 670$ kg, das Gewicht der Laufkatze und des gefüllten Kübels $P = 3850$ kg, $l = 100$ m und $\gamma = 8$ zu setzen.

Die Höchstspannung in dem gewählten Kabel betrug demnach 2010 kg/cm², und die Sicherheit $n = \frac{10\,000}{2\,010} = 4{,}98$.

[2]) DRP Nr. 396 924.

Abb. 4 und 5
Verankerung der Spannseile an Betongründungen
Maßstab 1 : 125

a Schotter b Schienen

Abb. 3
Schürfkübel mit Laufkatze und Entladevorrichtun...

a Kette b Rolle c Rollenkloben d_1, d_2, e Kette... f Wanderlager g Kübel h Anschlag i Bodenfüllu...

Der Turm hatte 17,5 t Druck, die rückwärtige ... verankerung 19,7 t Zug aufzunehmen. Da jedes de... rückwärtigen Ankerseile beim Verfahren des Kabelb... in die Kraftrichtung des Tragkabels kam und dan... Hauptteil der Last tragen mußte, wurde jedes dieser A... seile für die Aufnahme von 19,7 t Zug bemessen. ... beiden vorderen Ankerseile hatten den Turm bei Bela... durch Wind zu halten; sie wurden für 9 t Zug bem...

Für das Kabelzugseil kam als höchste Beanspru... der größte Schürfwiderstand in Frage, der von Rie... 6000 kg angenommen war. Es war ein Litzense... 18 mm Dmr. und 18 000 kg/cm² Bruchfestigkeit g... worden.

Die den Turm haltenden fünf Spannseile wurd... Betongründungen verankert, Abb. 4 und 5. ... Betonklotz der rückwärtigen Verankerung wur... höchsten Falle von einer senkrechten Kraft von... und einer wagerechten Kraft von 16 t beansprucht... ersten wirkte das Gewicht des Klotzes mit 23,1... zweiten der passive Erddruck, der an der vorderen... des Klotzes entstand, entgegen. Der Boden war an ... Wandfläche, deren Höhe $h = 1{,}50$ m und deren ... Länge 3,50 m betrug, zum Teil mittels Aussteifungen... recht abgeschachtet. Nach Coulomb ist der passiv... druck: $E_p = \gamma_e \; tg^2 \left(45° + \frac{\varrho}{2}\right) \frac{h^2}{2}$. Für nasse T... ist: $\gamma_e = 2{,}0$ t/m³, $\varrho = 20°$ und $E_{p\,min} = 4{,}1 \frac{h^2}{2}$. Der ... klotz wurde demnach durch einen passiven Erddru... 16,1 t gehalten.

Prof. Franzius hat durch Versuche[3]) nachge... daß der passive Erddruck in Wirklichkeit etwa dop... groß ist, wie er sich durch die Coulombsche Theo... gibt. Es war also doppelte Sicherheit vorhanden... Betongründungen für die vorderen Ankerseile wur... gleicher Weise berechnet und ausgeführt.

Zur Befestigung des Kabelendes wählte man ... gerade in der Nähe der Rutschung verfügbaren 2... felbagger. Das Tragkabel spannte sich 5,70 m üb... Kanalsohle und gestattete damit die Durchfahrt de... derzüge, die in den benachbarten Schächten ge... wurden. Damit der Schürfkübel bei etwaigem Reiß... Zugseiles nicht die unter dem Tragkabel fahrende... oder den Löffelbagger beschädigte, wurde in entsp... der Entfernung von diesem ein Anschlag auf das... kabel aufgeschraubt, der die Laufkatze aufhalten ...

Der Löffelbagger fuhr auf fest verlegtem Gle... wirkte als Gegengewichtwagen. Der Zug des Tra... verursachte nach Anrechnung aller Gewichtm... noch ein Kippmoment von 14 tm um die innere... schiene. Dieses wurde durch den Löffel, der schr... wärts in den Boden gestemmt wurde, aufgenommen. ... Löffelbagger wurde nur von einem Maschinisten ... und verfahren, der auch das Einstemmen und Festh... des Löffels besorgte.

Der Turm, Abb. 6 und 7, übertrug den Dru... 17,5 t durch vier Rundholzstangen, die durch Zang... Schrägen verbunden waren, und durch einen Sc... rost auf den Boden. Oben waren die Stangen dur... Winkeleisenring zusammengehalten, an dem fünf ...

[3]) s. „Der Bauingenieur" Bd. 5 (1924) S. 314.

…festigung der Ankerseile angenietet waren. 1 m …ag ein Winkeleisenring; auf diesem konnte sich …eiter bewegen, an dem zwei Lappen angenietet … in diese wurden Ketten eingehängt, die den …nzug des Tragkabels hielten. 1,25 m tiefer war …führrolle für das aus dem Flaschenzug kommende …eil und darunter die Umführrolle für das Kübel… gelagert. Im Fuß des Turmes wurden die beiden …urch Rollen nach der Windenanlage umgelenkt.

… beiden Windtrommeln für das Kabelhubseil …s Kübelzugseil wurden mittels einfachen Vorge… …on einer Lokomobile, die bei etwa 200 Uml./min …rbelwelle 35 PS leistete, angetrieben. Zur Be… … der Winden waren zwei Maschinisten notwendig; …ätigten die Reibkupplung mit der Hand und die …emse mit dem Fuß. Sie konnten den Schütt-Trich… … das Kippen des Kübels gut übersehen.

…r Schütt-Trichter, Abb. 8 und 9, trug in der …inen Keil aus Doppel-T-Trägern und Blech mit …ter, der verhütete, daß der Boden geradezu in …lwagen fiel und sie damit beschädigte. Die Trich… …de waren unter 60° geneigt und mit dünnem …ech beschlagen; dadurch wurde das Hängenblei… … Bodens zum größten Teil verhindert.

Aufstellung und Betrieb

…rst wurden die Gründungen für die Turmanker… …etoniert, dann der auf dem Werkplatz fertig zu… …gebaute Turm zu seinem Standort gefahren und … aus Abb. 10 ersichtlichen Weise in etwa sechs … aufgerichtet und verankert. Darauf wurde das …bel abgerollt und, nachdem auf ihm die Laufkatze …bel aufgezogen, und der Anschlag befestigt war, …n Löffelbagger und Turm gespannt. Schließlich … die Winden und die Lokomobile aufgestellt und …olzsteifen gegen den Turm abgestützt. Der Kabel… …wurde am 3. Mai 1926 in Betrieb genommen.

… sich die Einsatzstelle des Schürfkübels, die Grab… …d die Länge des Schürfweges ständig ändern, wird … Steuerung des Tragkabels und des Zugseils, die …i den Winden stattfinden muß, wohl immer ein be… …r Beobachter notwendig sein; die zur Unterstützung …ndenführers bei Kabelkranen gewöhnlich verwen… …nzeigerichtung, deren Zeiger von den Winden …ufig angetrieben wird, dürfte für Kabelbagger …icht genügen.

Betriebsstörungen

… der ersten Zeit des Baggerbetriebes wurden viele …erungen und Verbesserungen am Gerät notwendig, … Erreichung normaler Leistungen verhinderten. Die …rma hatte manche Teile nicht in der von Riedig …hriebenen Ausführung geliefert. So brachen z. B. …ls einige Zähne der in Grauguß statt in Stahlguß gefertigten Zahnräder der Winden; die Zahnräder wurden später durch Stahlgußräder ersetzt. Die Bandbremsen waren zu schwach bemessen und mit Handhebel, statt mit Fußhebel versehen und ließen sich daher sehr schwer bedienen; sie mußten verstärkt und umgebaut werden. Überhaupt waren die Winden im allgemeinen zu schwach gebaut und gaben daher oft zu Betriebsstörungen Anlaß.

Die Seilklemme, die das Tragkabel am Löffelbagger hielt, war so kurz, daß sich das Tragkabel während des Betriebes verschiedentlich durchzog und damit den Betrieb zum Stillstand brachte. Die Seilklemme mußte doppelt so lang gefertigt werden.

Da die vier Eckstiele des hölzernen Turmes, die durch Streben, Zangen, Bolzen und Klammern zusammengehalten wurden — in dem oberen spitz verlaufenden Turmteil ließ sich die Verstrebung nicht vollkommen anbringen —, keine genügend starr verbundene Einheit bildeten, erzeugten die aus dem Tragkabel, dem Flaschenzugseil des Tragkabels

Abb. 6 und 7
Aufbau des Halteturmes für den Kabelbagger und Kräftewirkungen an ihm

Abb. 8 und 9
Schütt-Trichter für den Kabelbagger

Abb. 10
Aufrichten des auf dem Werkplatz fertig zusammengebauten Turmes für den Kabelbagger

und dem Zugseil herrührenden, in verschiedener Höhe angreifenden und ständig stark wechselnden Kräfte sehr große, ständig sich ändernde Durchbiegungen des nur am Kopf und Fuß gehaltenen Turmes. Um diese gefährlichen Durchbiegungen zu verhindern, mußten gleich bei Betriebsbeginn außer den drei vorhandenen noch zwei rückwärtige Abspannseile in Höhe der oberen Umlenkrollen angebracht werden. Diese Zusatzverankerung hätte erspart werden können, wenn die wagerechten Komponenten der aus dem Tragkabel, dem Zugseil und der rückwärtigen Verankerung herrührenden Kräfte ungefähr in eine Ebene gelegt worden wären; dies hätte sich mit Hilfe eines kräftigen eisernen Bockes, an dem die fünf Ankerseile angriffen, und eines auf ihm drehbaren eisernen Sattels, der den Flaschenzug für das Tragkabel hielt und die Umlenkrollen für das Flaschenzugseil und das Kübelzugseil trug, erreichen lassen. Außerdem hätte der Drehsattel den Vorteil gebracht, daß das Tragkabel und das Zugseil samt den Umlenkrollen beim Radialfahren des Baggers ohne weiteres der Richtungsänderung hätte folgen können.

Die Ausführung des Turmes ohne Drehsattel machte es notwendig, daß die Umlenkrollen von Zeit zu Zeit entsprechend der Änderung der Tragkabelrichtung auf ihren Lagerplatten gelöst, gedreht und wieder befestigt werden mußten; dies war sehr zeitraubend und auch nur bis zu gewissem Grade möglich. Darüber hinaus war ein Scheuern der Seile an den Rollenkränzen und — nach Vorschaltung besonderer Umlenkwalzen — an diesen unvermeidlich. Infolgedessen riß das dauernd beanspruchte Zugseil mehrere Male und mußte gespleißt werden.

Die Lagerplatten für die Umlenkrollen waren zu dünn bemessen und bogen sich durch; sie mußten verstärkt oder besonders unterstützt werden. — Damit der Schürfkübel nicht höher, als unbedingt nötig, gehoben zu werden brauchte, wurde die Höhe des Schütt-Trichters durch Abschneiden der Stiele um 0,50 m verringert. Da der Schürfkübel während der Bodenentleerung einen Weg von 3 bis 4 m zurücklegte und beim Kippen hin- und herschwang, kam es vor, daß ein Teil des Erdreichs vor oder hinter den Trichter fiel. Der Trichter wurde deshalb durch Verlängerung der hinteren Wand auf etwa 4,50 m verbreitert. — Durch Längenänderung der Ketten, die zur Kübelaufhängung dienten, wurde der kürzeste Entladeweg des Kübels ausgeprobt.

Zum Wegbaggern des Böschungskopfes bis zur Geländehöhe mußte das Tragkabel mitunter so hoch gehoben werden, daß der Durchhang nur noch etwa 4 m betrug, während der Rechnung ein kleinster Durchhang von 6,70 m zugrunde gelegt war. Die dadurch verursachte Überlastung führte zwar keinen Bruch herbei, es ist aber beim Entwerfen eines Kabelbaggers erforderlich, mit demjenigen Durchhang des Tragkabels zu rechnen, der sich aus seiner größten erforderlichen Anspannung ergibt. Diese ist durch die Höhenlage des zu baggernden Bodens, des Schütt-Trichters und etwaiger Hindernisse bedingt. — Riedig hatte mit einem Grabwiderstand von höchstens 6 t gerechnet. Der Grabwiderstand wurde jedoch höher, wenn der Kübel in den Boden zu tief eingesetzt wurde oder auf besonders harten Ton traf; die Windenkupplungen rutschten dann oder die Lokomobile kam zum Stillstand. Es empfiehlt sich also, bei Baggerung mittelschweren Bodens mit einem Grabwiderstand von etwa 8 bis 10 t zu rechnen und eine entsprechend starke Winde und Lokomobile einzusetzen. — Die im Ton eingelagerten Steine konnte der Schürfkübel nicht lösen; sie mußten durch Handarbeit beseitigt werden.

Die geschilderten Ausführungsmängel verursachten viele, zum Teil mehrere Tage andauernde Betriebsunterbrechungen. Daneben kamen noch folgende la Betriebsunterbrechungen vor, die in der Art dieses ihren Grund hatten:

Der Kübel schürfte den Boden in dünnen Schal füllte sich auf einem Schürfweg von etwa 5 bis 15 m wurde der Kübel vom Boden abgehoben. Der Bagg beitete so, daß er die Rutschungsoberfläche vom F zum Kopf der Böschung in einem Streifen von Kübe um etwa 1 m abgrub, dann radial mit Hilfe des baggers vorfuhr, den benachbarten Bodenstreifen un 1 m abgrub, wieder vorfuhr usf. War so ein Stü genügend großer Breite etwa 1 m tief ausgehoben, s der Bagger in entgegengesetzter Richtung vor und h nächsten 1 m-Schnitt aus usf.

Der Löffelbagger mußte also etwa alle 1½ triebstunden einmal verfahren werden. Dazu wur Tragkabel entspannt, indem es soweit abgesenkt bis der Kübel am Boden lag; dann wurde der Löff gehoben, der Löffelbagger vorgefahren, der Löffel Boden gestemmt und das Tragkabel wieder hochgew Der Vorgang dauerte rd. 5 min.

Da das Löffelbaggergleis nicht nach einem Krei mit dem Turm als Mittelpunkt verlegt war, muß Spannweite des Tragkabels von Zeit zu Zeit ver oder verringert werden. Dies war in geringem Ma Hilfe des Flaschenzugseils möglich. Größere Ände der Spannweite wurden dadurch erreicht, daß d Löffelbagger befindliche Kabelklemme gelöst, das durchgezogen, und die Klemme wieder fest ang wurde. Wurde die Spannweite des Tragkabels in Weise geändert, so mußte der das Kippen des Kü wirkende Anschlag so versetzt werden, daß si Kübel genau in den Trichter entleerte. Das Tr wurde dazu so weit herabgelassen, daß ein Arbeit Schütt-Trichter aus den Anschlag erreichen konnt Ändern der Spannweite und Versetzen des An wurde etwa alle 12 Betriebstunden erforderlich u recht unbequem und zeitraubend.

Auch der Schütt-Trichter mußte entsprechend d rücken des Tragkabels verschoben werden: Er st eisernen Walzen und wurde mit einer Handwinde g

Wenn der lehmige Boden feucht war, blieb er dem Feuchtigkeitsgrad mehr oder weniger im Schü und Schütt-Trichter kleben, die dann durch Han gereinigt werden mußten.

Leistungen

Im allgemeinen genügten zwei Kübelfüllung Beladen eines 4 m³-Rollwagens; mitunter waren drei füllungen nötig.

Die Zeiten, die der Kübel für die Abwärtsfa Schürfen und die Aufwärtsfahrt gebrauchte, wurd fach gemessen. Das Mittel von 180 Messungen, normalem Betrieb vorgenommen wurden, enthält tafel 1 (die Zeiten sind von Beginn der Abwä fortlaufend gerechnet).

Zahlentafel 1

Abwärtsfahrt des Kübels		Schürfen				des
		Anfang		Ende		
Beginn s	Ende s	m[4])	s	m[4])	s	
0	35	43	44	34	69	

[4]) Die Zahlen geben die Entfernung des Kübels von der mitte, parallel zum Tragkabel gemessen, an.

Im Mittel dauerte also die Abwärtsfahrt des Kübels s auf einem Weg von 43 m, die Pause für das Herabssen des Kübels in den Boden 9 s, das Schürfen 25 s auf em Weg von 9 m, die Aufwärtsfahrt 82 s auf einem eg von 34 m. Die Geschwindigkeiten betragen demnach die Abwärtsfahrt 1,23 m/s, für die Aufwärtsfahrt 2 m/s und für das Schürfen 0,36 m/s. Ein Förderspiel uerte rd. 2½ min.

Der Kabelbagger hob im Mai und Juni 1926 an 50 Artstagen in 445 normalen Betriebstunden 7824 m³ teils ichen und klebenden, teils Lehm- und Tonboden aus, h. 16,7 m³/h.

In diesen Betriebstunden sind die laufenden Bebsunterbrechungen eingerechnet, die durch das Verren des Löffelbaggers, Ändern der Kabelspannweite, rschieben des Schütt-Trichters und Anschlages und rch das Reinigen des Kübels und Trichters entstanden.

Im Juli und August erhöhte sich die mittlere Leistung f 19 m³ in einer Betriebstunde. Die Höchstleistung in er Betriebstunde betrug 27 m³.

Die Leistungsfähigkeit des Kabelbaggers war also ht gering. Das lag zum großen Teil an der kleinen Gewindigkeit beim Aufwärtsfahren des Kübels (0,42 m/s). ider war es nicht möglich, in kurzer Frist ein Getriebe zwei Zugseilgeschwindigkeiten herzustellen und einauen, das eine wesentliche Erhöhung der Leistung zur lge gehabt hätte. Wäre die Geschwindigkeit der Aufrtsfahrt z. B. verdreifacht worden (1,26 m/s) — wähd die Geschwindigkeit von 0,36 m/s für das Schürfen behalten wurde —, so wäre die mittlere Leistung von m³/h um 57 vH auf 30 m³/h gestiegen.

Es empfiehlt sich also sehr, den Kabelbagger in Zuft mit zwei Geschwindigkeiten für das Zugseil auszuten und die Geschwindigkeit für das Schürfen etwa zu) m/s und für das Aufwärtsfördern möglichst groß, etwa 1,20 m/s zu wählen.

Kosten

Nach meinen Aufzeichnungen entstanden bei 0,82 ℳ ndenlohn eines Schlossers und 0,67 ℳ eines Tiefbaueiters folgende Kosten (einschließlich der Kosten für iale Lasten, Steuern, Verwaltung, Werkstoffbeschaffung d Werkstattbenutzung):

r die von der Firma Holzmann hergestellten Teile	6 018 ℳ
r die von Dipl.-Ing. Riedig gelieferten Teile	6 200 „
Der Kabelbagger kostete also im ganzen	12 218 ℳ
r die Aufstellung des Kabelbaggers, einschließlich der Kosten für die Herstellung der Beton-Ankerklötze, die Beförderung aller Baggerteile zum Standort, das Probebaggern und einen Monteur der Lieferfirma	6 421 ℳ
die Ausbesserung und Verbesserung des Kabelbaggers	7 795 ℳ

Der Kabelbagger war infolge der vielen Betriebsunterchungen 4½ Monate in Benutzung, sein Auf- und Abbau erte 2½ Monate. Rechnet man für Verzinsung und schreibung des Kabelbaggers im ersten Jahre 35 vH des twertes und für jährliche Verzinsung und Abschreibung Löffelbaggers 15 vH vom Buchwert, so ergeben sich gende Kosten:

für Verzinsung und Abschreibung des Kabelbaggers $\frac{35 \cdot 12\,218 \cdot 7}{100 \quad 12}$	2 500 ℳ
für Verzinsung und Abschreibung des Löffelbaggers $\frac{15 \cdot 20\,000 \cdot 5}{100 \cdot 12}$	1 250 „
für Aufstellen des Kabelbaggers	6 421 „
für Abbrechen des Kabelbaggers	1 500 „
für Ausbesserung des Kabelbaggers	7 795 „
zusammen	19 466 ℳ

sind, verteilt auf eine Gesamtleistung von 11 400 m³, ℳ/m³.

Hierzu kommen die Betriebkosten:

Bei normalem Betrieb waren für 1 Betriebstunde erforderlich:

	Löhne	Betriebstoffe
1 Meister	1,42 ℳ	
2 Maschinisten an den Winden, 1 Maschinist auf dem Löffelbagger = 3 · 0,82	2,46 „	
1 Heizer an der Lokomobile	0,72 „	
1 Zeichengeber, 2 Mann am Schütt-Trichter = 3 · 0,67	2,01 „	
Kohle für die Lokomobile: 60 kg/h · 0,03 ℳ/kg		1,80 ℳ
Kohle für den Löffelbagger: 25 kg/h · 0,03 ℳ/kg		0,75 „
Schmier- und Putzmittel für Lokomobile, Winden und Löffelbagger		0,40 „
je Betriebstunde	6,61 ℳ	2,95 ℳ
Dazu: Soziale Lasten 8,5 vH von 6,61 ℳ	0,56 „	
Betriebstoffe	2,95 „	
zusammen	10,12 ℳ	
Dazu: Steuern, Verwaltungskosten usw. 9 vH von 10,12 ℳ	0,91 „	
1 Betriebstunde kostete	11,03 ℳ	

Bei einer mittleren Leistung von 19 m³/h betrugen demnach die B e t r i e b k o s t e n : 11,03 = 0,58 ℳ/m³. Die G e s a m t k o s t e n für die Gewinnung und Förderung von 11 400 m³ Lehm- und Tonboden betrugen also 2,29 ℳ/m³.

Der Aushub des Bodens im Handbetrieb hätte in dieser flach (etwa 1 : 3) abzuböschenden Rutschung, in der die Rollwagen nur in der Kanalsohle oder in Geländehöhe hätten zugestellt werden können, mehrfaches Werfen des Bodens erfordert und einschließlich der Kosten für das Vorhalten der Ladegleise und Gurtförderer nach den vorgenommenen statistischen Ermittlungen wenigstens vier Tiefbauarbeiter-Lohnstunden je m³, d. s. (einschließlich Unkosten) 4 · 0,67 · 1,175 = 3,16 ℳ, — wahrscheinlich aber mehr — gekostet. Berücksichtigt man außerdem, daß der Kabelbagger den Boden in Rollwagen auf Geländehöhe förderte, während bei Handbetrieb die Förderung von mehr als 70 vH des Bodenaushubs erst eine Entfernung von 2,2 km und eine Höhe von 12,4 m hätte überwinden müssen, um zum gleichen Punkt zu gelangen, so erkennt man, daß der Kabelbaggerbetrieb viel wirtschaftlicher als der Handbetrieb gewesen ist.

Das Ergebnis wäre noch bedeutend günstiger geworden, wenn die Baggerteile in richtiger Ausführung und Werkstoffbeschaffenheit geliefert und ein Getriebe mit zwei Zugseilgeschwindigkeiten vorgesehen worden wäre; die Ausbesserungskosten hätten sich dann vielleicht auf ein Viertel von 7795 ℳ = 1950 ℳ ermäßigt, und die Leistung auf 30 m³/h erhöht. Damit hätten die gesamten Kosten nur (1,20 + 0,37) = 1,57 ℳ/m³ betragen.

Die dauernden Kosten für Verzinsung, Abschreibung und Ausbesserung des Geräts, die, wenn die letztgenannten Zahlen zugrunde gelegt werden, 0,50 ℳ/m³ betrugen, werden bei technisch richtiger Durchbildung und möglichst ununterbrochener Benutzung des Kabelbaggers wesentlich kleiner werden. Die einmaligen auf 1 m³ Leistung entfallenden Kosten für Aufstellen und Abbrechen des Kabelbaggers, in diesem Falle 0,70 ℳ/m³, verringern sich in gleichem Maße, wie die Menge des auszuhebenden Bodens wächst. Es hängt daher sehr vom Umfang einer Arbeit ab, ob der Kabelbagger wirtschaftlicher als eine andre Baggerart ist.

Die Betriebkosten des Kabelbaggers (0,37 ℳ/m³) sind nur wenig verschieden von den Betriebkosten eines Eimerkettenbaggers; die Bodengewinnung mit einem Eimerkettenbagger, Bauart B der Lübecker Maschinenbaugesellschaft (Eimergehalt 250 l), erfordert z. B. in leichtem Lehm und Ton rd. 0,35 Lohnstunden eines Tiefbauarbeiters + 1,1 kg Kohle[5]), also einschließlich Unkosten 0,35 · 0,67 · 1,175 + 1,1 · 0,03 · 1,09 = 0,31 ℳ/m³.

[5]) B e h r i n g, Vorbereitende Arbeiten für die Ausführung größerer Erdarbeiten, insbesondere von Kanalbauten, „Die Bautechnik“ Bd. 4 (1926) S. 379.

Die Betriebkosten des Kabelbaggers lassen sich gegebenenfalls durch Anwendung elektrischer Kraft und umsteuerbarer Motoren erniedrigen: Es wird dann nur ein Maschinist gebraucht, statt zweier Maschinisten an den Winden und eines Heizers an der Lokomobile.

Zusammenfassung

Der Kabelbagger ist ein wenig leistungsfähiges Gerät, das zu seiner Bedienung aber nur wenige Leute erfordert. Der Kabelbagger vermag den Boden in größerer Tiefe zu baggern, ihn über eine verhältnismäßig lange Strecke in das Gelände zu fördern und sehr flache Böschungen herzustellen. Er ist jedoch nur in leichtem und mittelschwerem Boden verwendbar; in schwerem Boden würde die Anlage äußerst schwer werden.

Der Querschnitt des auszuhebenden Bodens ist möglichst so zu gestalten, daß er vom Schürfkübel überall erreicht werden kann; die Querschnittbegrenzung muß sich also möglichst einem Linienzug des Tragkabels anpassen, der sich zwischen seinen beiden Aufhängungspunkten herstellen läßt. Ein muldenförmiger Querschnitt läßt sich mit dem Kabelbagger leicht baggern.

Bei der Wahl der Aufhängungspunkte für das Tragkabel ist zu beachten, daß sein Durchhang nie kleiner als ein gewisses, dem Bau des Kabelbaggers zugrunde gelegtes Maß wird.

Der radial fahrbare Kabelbagger wird, da er von seinem Standort aus nur Bodenmengen von beschränktem Umfange baggern kann und dann vollständig umgebaut werden muß, immer nur in Sonderfällen, wie beim Aushub tiefer Rutschungen, Kiesgruben und dergl. wirtschaftl[ich] zu verwenden sein. Seine Wirtschaftlichkeit steigert s[ich] — das gleiche gilt für den parallel fahrbaren Kabelbag[ger] —, wenn der gebaggerte Boden statt in Förderzüge [un]mittelbar auf eine Ablagerungsfläche gekippt werden ka[nn]. Wo Löffelbagger oder Eimerkettenbagger ohne größ[ere] Schwierigkeiten anwendbar sind, dürfte der radial fahrb[are] Kabelbagger nicht in Frage kommen.

Anders verhält es sich mit dem parallel fah[r]baren Kabelbagger, der aus zwei — am bes[ten] eisernen — Türmen besteht, die sich parallel zur Län[gs]achse des Bodenaushubs verfahren lassen. Ein Turm tr[ägt] die Windenanlage nebst Antriebmaschine, zwischen bei[den] Türmen ist das Tragkabel gespannt, auf dem der Sch[ürf]kübel in der geschilderten Weise läuft. Da die Verfa[hr]barkeit des ganzen Kabelbaggers den Aushub sehr gro[ßer] Bodenmengen gestattet, ohne daß ein Umbau der Anl[age] nötig wird, spielen die Aufstell- und Abbruchkosten [nur] eine untergeordnete Rolle. Es ist daher gut denkbar, [daß] der parallel fahrbare Kabelbagger beim Aushub lan[ger] Kanalstrecken mit muldenförmigem Querschnitt in leich[tem] und mittelschwerem Boden wirtschaftlicher arbeitet als [der] Eimerkettenbagger oder Löffelbagger. Die geringe L[ei]stungsfähigkeit kann gegebenenfalls durch Einsatz meh[re]rer Kabelbagger wettgemacht werden.

Es ist sehr zu wünschen, daß der parallel fahrb[are] Kabelbagger, der in Abraumbetrieben schon mehrfach [mit] Erfolg angewendet worden ist, auch im Kanalbau erpr[obt] wird. [B 321]

Vierachsiger Straßenbahnwagen für Überland-Schnellverkehr

Die Erfüllung der Forderungen, die an die Verkehrsverbindungen zwischen größeren Städten in mittleren Entfernungen (50 bis 300 km) vornehmlich bei regem Geschäfts- oder Handelsverkehr gestellt werden müssen, bereitet dem Verkehrstechniker besondere Schwierigkeiten. Die Verlängerung der Straßenbahnlinien in Gestalt der üblichen straßenbahnähnlichen Überlandbahnen scheidet bei diesen Entfernungen wegen ihrer geringen Höchstgeschwindigkeit aus. Die normale Dampfeisenbahn kann den besonderen Bedingungen dieser Verkehrsaufgabe (häufige Verkehrsgelegenheit, kurze Fahrzeit, günstiger Anschluß an den Stadtverkehr) nur unvollkommen oder unwirtschaftlich gerecht werden. Aus diesem Grunde werden für diesen Zweck in der letzten Zeit neue Arten von Bahnanlagen und Verkehrsmitteln entwickelt. In Deutschland wurde gerade in der letzten Zeit wieder lebhaft der Plan der Rheinisch-Westfälischen Schnellbahn und der durch elektrische Triebwagen zu bewältigende Schnellverkehr zwischen Halle und Leipzig erörtert.

Ein bemerkenswertes Beispiel derartiger Verkehrsverhältnisse und ihrer Lösung bietet die von der Indiana Service Corporation betriebene Strecke zwischen Indianapolis und Ft. Wayne in den Vereinigten Staaten (rd. 225 km), die mit neuartigen Schnelltriebwagen in Zweiwagenzügen in vier Stunden zurückgelegt wird. Diese Wagen zeichnen sich durch die den Reisenden gebotenen Bequemlichkeiten aus. Ein Teil von ihnen hat die üblichen querstehenden Klappsitze und einen geräumigen Gepäckraum, der andre besteht aus Unterhaltungs- und Aussichtswagen mit Kücheneinrichtung. Sämtliche Wagen haben elektrische Triebausrüstung, nur mit dem Unterschiede, daß die Unterhaltungs- und Küchenwagen nur mit zwei Motoren von 100 kW Leistung ausgerüstet sind, die andern dagegen mit vier solchen Motoren. Dies Verfahren, sämtliche Wagen mit Motoren, wenn auch verschieden stark, auszurüsten, ermöglicht die betrieblich außerordentlich angenehme vollkommene Freizügigkeit in der Zusammenstellung der Zugeinheiten je nach den Anforderungen des Verkehrs, erfordert aber wesentlich höhere Anlagekosten.

Sämtliche Wagen sind vierachsig, haben Endeinst[ieg] und einseitigen Führerstand, stählernes Untergestell [mit] Mittellangträgern und Kastengerippe aus Stahl so[wie] Tonnendach. Sie sind 18,6 m lang. Die Querträger [und] Kastensäulen des Gerippes bestehen aus Preßblech. [Die] Kopfstücke sind halbkreisförmig abgerundet und mit [ge]zahnten Kletterschutzstücken versehen. Fußboden, Sei[ten]wände und Decke sind vollständig in der im amerikanisc[hen] Wagenbau üblichen Weise gegen Wärme und Geräusch [iso]liert. Das Kopfstück besteht aus einem U-Eisen von 300 [mm] Höhe, das oben und unten durch je eine 6 mm dicke, h[alb]kreisförmige Knotenplatte mit dem Mittellangträger verb[un]den wird. Diese Bauart bietet günstige Festigkeitseig[en]schaften gegen zentrisch oder exzentrisch auftretende St[öße]. Das Dach ruht auf Winkeleisenpriegeln und hat eine [ge]teerte Decke aus einem Stück. Die Innenwände sind [mit] Stahl- und Leichtmetallblech in einzelnen gepreßten Ta[feln] bedeckt. Über den Fenstern sind längslaufende Gepäckn[etze] angeordnet. Alle Türen bestehen aus Mahagoni. Die Wa[gen] sind mit elektrischer und mit Warmwasserheizung aus[ge]rüstet. Zur Lüftung dienen auf dem Wagendache an[ge]brachte Entlüfter, von denen ein Teil auf Drücken, [der] andre auf Saugen eingestellt ist. Die Küche wird elektri[sch] entlüftet.

Die stark schwankende Fahrdrahtspannung (der St[rom] wird durch Oberleitung und Rollenstromabnehmer zu[ge]führt) macht die befriedigende Beleuchtung beson[ders] schwierig; man hat daher eine unabhängige Stromquelle [in] Gestalt einer Batterie mit 32 V Spannung bei 200 Ah Ka[pa]zität aufgestellt, die durch eine Westinghouse-Dynamo [von] 1,5 kW gespeist wird.

Die Drehgestelle haben 2,15 m Radstand und weisen [die] übliche amerikanische Bauart mit Schwanenhals und d[en] Schraubenfedern gegen diesen abgefederten Rahmen [auf]. Zur Abfederung der Wagen sind für geringe Last beson[dere] Kegelfedern vorgesehen, die sich bei größerer Besetz[ung] allmählich selbsttätig ausschalten, so daß bei jeder [Be]setzung des Wagens eine annähernd gleichmäßig we[iche] Abfederung erzielt wird; das verursacht sonst gerade [bei] einem ungünstigen Verhältnis zwischen Leergewicht [des] Wagens und Verkehrslast besondere Schwierigkeiten. („E[lec]tric Railway Journal" Bd. 68 (1926) S. 874.) [N 3…]

Bln.-Zehlendorf O. Günthe[r]

P. Oberhoffer †

ım 16. Juli starb der Professor für Eisenhüttenkunde ler Technischen Hochschule Aachen, Dr.-Ing. Paul rhoffer, erst 45 Jahre alt, in der Blüte seines fens.

)berhoffer wurde am 25. Januar 1882 in Luxemburg ren und erhielt seine wissenschaftliche Ausbildung als hüttenmann an der Technischen Hochschule Aachen Classen, Borchers und besonders Wüst, mit er später als Assistent und Mitarbeiter eng verbunden Er legte sein Diplomexamen 1905, sein Doktoren 1907 ab. Der Gegenstand seiner Doktorarbeit „Über pezifische Wärme des Eisens“ war bereits der Anfang r Hauptarbeitsrichtung, die Metalle mit Hilfe der kalischen Methode zu erforschen.

m Jahre 1909 habilitierte er sich in Aachen für das t der physikalischen Metallurgie, den jungen Zweig fetallkunde, der damals erst im Werden war und heute is ein großartig erschlossenes Feld wissenschaftlicher t mit technischen Auswirkungen darstellt. Zwei Jahre r wurde er zum Dozenten für Metallographie und ialkunde an der Technischen Hochschule Breslau nt, wo er hauptsächlich die Metallographie förderte, ım einen bedeutenden Anteil ihrer Entwicklung ver-. Vom Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchunim Forschungslaboratorium wurde sie zu einer der igsten Untersuchungsmethoden des technischen Bes und zur Wurzel neuer technischer Verfahren aust. Von Arbeiten dieser Art seien hier genannt: Die inge der primären Kristallisation und im Anschluß die Erscheinungsformen der primären und sekun-Zeilenstruktur. Ferner arbeitete er über die Rekrisation des Eisens und stellte das erste Diagramm dafür

)berhoffer wurde 1914 zum außerordentlichen Profesnd 1918 zum Honorarprofessor ernannt. Während des es schränkte er einige Jahre lang einen Teil seiner ätigkeit an der Technischen Hochschule ein, um als nschaftlicher Berater der Oberschlesischen Eisenbahnfs-A.-G. seine Kenntnisse und Fähigkeiten der Induzu widmen. Diese Zusammenarbeit mit der Technik hm andererseits erwünschte Anregungen für seine re wissenschaftliche Tätigkeit.

en damaligen Stand der Kenntnis des dort hergestellaterials und den Inhalt seiner Arbeiten faßte Oberzusammen in dem Buche „Das schmiedbare Eisen“, ı einer wesentlich erweiterten Form mit Berücksichg aller Eisensorten in zweiter Auflage den Titel „Das sche Eisen“ führt. Dieses Buch ist heute das maßle Buch über die Eigenschaften und die Konstitution chnischen Eisens.

ach dem Tode von Simmersbach nahm er, erst hre alt, 1919 den Ruf als Vorsteher des Instituts für ıüttenkunde an der Technischen Hochschule Breslau d schon ein Jahr später den Ruf seiner Mutterhoch-Aachen als Nachfolger seines alten Lehrers Wüst. chöne und großzügig angelegte eisenhüttenmännische ıt in Aachen hat Oberhoffer zu einem der bestausteten und fruchtbringendsten Lehr- und Forschungste Deutschlands ausgebaut.

it einem ganzen Stabe von Mitarbeitern aus den ein-Fachrichtungen der Eisenhüttenkunde und ihrer gebiete wurde planmäßig die Eisenforschung in brei-Stile aufgenommen. Die metallurgischen Prozesse hnischen Ofen, hauptsächlich im Martin- und Elektrolie Vergütung des Werkstoffes, die Gießerei, die phyche Erforschung des Eisens und die Erforschung der sten Stoffe, Schlacken usw. wurden durch Laborasversuch und Arbeiten in der Praxis gefördert. Aber ese wissenschaftlichen Arbeiten, die zu etwa 50 bis 60 inander herliefen, waren in einer großen Linie mengefaßt. Sie galten letzten Endes dem Gefügedteil im weiteren Sinne, der in allen technischen orten vorhanden ist, ihre Eigenschaften tiefgreifend lußt und sich doch nicht erfassen ließ. Es ist der toff, der in meist unbekannten Bindungen das ganze durchsetzt, und die Bemühungen der Forschung, ihn assen, vereitelte.

ie Umsetzungen von Eisen mit Sauerstoff spielen in erstellungsvorgänge des Eisens hinein, besonders im fen spielen sie die wichtigste, bisher noch wenig erkannte Rolle. Anschließend an seine metallographischen Arbeiten setzte hier Oberhoffer an in der Erkenntnis, daß hier das Herz aller Eisenforschung liegt. Er versuchte zunächst, von älteren Arbeiten ausgehend, den Sauerstoff im Eisen analytisch zu erfassen. Durch die Heißextraktion wurde versucht, den Sauerstoff in Form von Gasen (Kohlenoxyd, Kohlensäure usw.) bei hohen Temperaturen und Luftleere auszutreiben. Durch Reduktion mit Wasserstoff in der Hitze wurde er in Wasser übergeführt und auf chemischem Wege nach Lösung der Anteile an Metall in genau bestimmten Formen als Rückstand gewonnen. Neben diesen analytischen Verfahren wurde die Synthese versucht. Aber der Weg zum Erfolge war trotz zehnjähriger Arbeit und der unleugbar errungenen Erfolge noch weit, und Oberhoffer bahnte zu diesem Zwecke eine gemeinsame Arbeit von Laboratorium und Praxis an, die imstande gewesen wäre, die Rätsel zu lösen. Da legte der Tod das geistige Räderwerk dieses Mannes still, aber noch während der letzten Wochen der tückischen Krankheit legte er in zwei ausgezeichneten Vorträgen in Leoben und Luxemburg Rechenschaft über den Stand seiner Arbeiten und seiner Ziele ab, die dabei in Inhalt und Form meisterhaft dargestellt wurden.

In Ergänzung und Erweiterung des Buches „Das technische Eisen“ war ein neues Buch „Die Herstellungsverfahren des technischen Eisens“ im Werden, das er im Verein mit seinen Mitarbeitern dazu bestimmt hatte, die gesamte Metallurgie des Eisens von neuen Gesichtspunkten aus darzustellen.

Studierende der Eisenhüttenkunde aus allen Gauen unseres Vaterlandes und aus allen Ländern hatten sich in Aachen zusammengefunden, um hier die neuzeitliche wissenschaftliche Auffassung der Eisenhüttenkunde kennen zu lernen. Oberhoffer war ihnen ein immer anregender und besorgter Lehrer. Es war ein ästhetischer Genuß, seinen kristallklar gegliederten, hochwissenschaftlichen und doch allgemein verständlichen Vorträgen zuzuhören. Er war dabei immer in geistiger Verbindung mit seinen Hörern, langweilte nie und wußte immer, die neuzeitlichsten Gesichtspunkte an alle Aufgaben anzulegen. Die Einstellung des Gesamtunterrichts an unseren Technischen Hochschulen auf eine größere Berücksichtigung naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung, die ein Zug unserer Zeit ist, fand bei ihm entschiedene Förderung, was in der kurz vor seinem Tode erfolgten Ernennung zum Berater für Hochschulfragen im Ministerium seine Anerkennung fand.

Der Ruf Oberhoffers in der Industrie war die Veranlassung, daß er als Gutachter zugezogen und hoch geschätzt wurde. Diesen lebendigen Kontakt mit der Praxis hat er besonders wegen der Anregung für die wissenschaftliche Arbeit hoch bewertet.

Seine Persönlichkeit als Forscher und Hochschullehrer wäre aber unvollkommen dargestellt, wenn man nicht des Menschen in ihm gedächte. Ausgeglichenheit und Großzügigkeit waren seine hervorstechendsten Charaktereigenschaften. Diese Großzügigkeit offenbarte sich besonders in einem hervorragenden Organisationstalent, das besonders in der Anlage seiner Sauerstoffarbeiten hervortrat. Die einzelnen Teilgebiete waren bestimmten Mitarbeitern zugeteilt, denen er sehr gerne in bezug auf das Arbeitsverfahren und das Ziel volle Freiheit ließ, sie selbst und ihr Werk nach allen Kräften förderte und durch eine vorbildliche Gemeinschaftsarbeit die Kräfte und die Begeisterung der Mitarbeiter sich frei auswirken ließ. Dabei hielt er scharf das eigene Ziel im Auge. Dieses Wagnis, den einzelnen sich frei auswirken zu lassen, konnte er eingehen, weil seine Menschenkenntnis, sein Vertrauen und sein Selbstbewußtsein so stark entwickelt war, daß er sich fast nie täuschte. Alles verlief in Harmonie, nie wurde ein lautes Wort gehört.

Die Verehrung, die ihm von seiten der Hochschule, der Industrie, seiner Mitarbeiter und der Studierenden zuteil wurde, fand in der allen Teilnehmern unvergeßlichen Trauerfeier in der Krupphalle seines Instituts am 19. Juli einen ergreifenden Ausdruck. Sein Sterbliches wurde dann nach seiner von ihm so sehr geliebten Heimat übergeführt, wo er in der Familiengruft beigesetzt wurde. [P 725]

Aachen H. Salmang

Die Getreideförderanlage in Lübeck

Bereits vor dem Kriege war der Bau eines neuen größeren Getreidespeichers mit pneumatischer Schiffslöschanlage geplant. Der Plan war im Jahre 1914 fertig, die Ausführung wurde aber durch den Ausbruch des Krieges vereitelt. Nach dem Kriege war es erst im Jahre 1924 möglich, den Plan wieder aufzugreifen. Aber die wirtschaftliche Lage und die Ungewißheit über die russischen Verhältnisse nötigten zur Beschränkung. Vorläufig sollte daher kein neuer Speicher gebaut, sondern das vorhandene alte Getreidelagerhaus mit neuzeitlichen Förderanlagen ausgebaut und mit einer Schiffslöschanlage verbunden werden.

Das alte Getreidelagerhaus, Abb. 1, ist 150 m lang, 25 m breit und hat einen Erdgeschoßraum für Speditionsgüter in Rampenhöhe und zwei Böden für Getreide. Das Fassungsvermögen dieses Lagerhauses für Getreide betrug 6000 t, es war aber nicht für die Förderung von losem Getreide, sondern nur von gesacktem Getreide mittels Krane und Winden eingerichtet.

Für das Löschen von Schiffen kam nur Saugluft in Betracht ohne Rücksicht auf Betriebskosten, weil sich zum Entlöschen der verhältnismäßig kleinen in Lübeck verkehrenden Seeschiffe mit kleinen Luken und kleinen Schiffsräumen und abgedeckten Teilladungen Becherwerke nicht eignen. Ein schwimmender Getreideheber wurde deshalb nicht gewählt, weil ein solcher nur für den Umschlag vom Seeschiff in den Kahn brauchbar ist und bei geringem Verkehr zu unwirtschaftlich wird.

Die Förderung mittels Saugluft beansprucht eine sehr große Antriebleistung, bezogen auf 1 t Getreide. Zum Antrieb der Luftpumpen wurden Elektromotoren gewählt, nachdem es gelungen war, mit der Lübecker Überlandzentrale einen günstigen Stromlieferungsvertrag abzuschließen. Zur Weiterbeförderung des Getreides innerhalb des Lagerhauses sollten zunächst Becherwerke und Bänder dienen. Hierbei hätten unter dem Erdgeschoßraum Tunnel für Längs- und Querbänder eingebaut werden müssen, wodurch der Raum zur Lagerung von Getreide unbrauchbar geworden wäre und wie vorher nur die beiden Böden zur Verfügung gestanden hätten. Nach Abschluß günstiger Strompreise wurde jedoch auch das Aufnehmen vom Boden mittels Saugluft wirtschaftlich möglich. Damit fielen die Tunnel fort und die unteren Räume standen für Getreidespeicherung zur Verfügung, wodurch die Lagerungsmöglichkeit ungefähr um das Doppelte stieg, da man im Erdgeschoß beliebig hoch schütten kann. Für das Aufheben des Getreides vom Boden mittels Saugluft sprach auch der Umstand, daß diese Förderart die Beschaffenheit des Getreides sehr verbessert.

Nachdem man sich für Saugluftförderung innerhalb des Lagerhauses entschieden hatte, mußte man zu der Erkenntnis kommen, daß die Einsaugbehälter richtiger im Lagerhaus untergebracht würden anstatt auf einem Eisengerüst am Kai, obgleich dann bei Umladung vom Schiff in den [illegible] die Einsaugebehälter nach dem Fallrohr durch ein Au[illegible] band entladen werden müssen.

Abb. 1
Der Lübecker Getreidespeicher mit der vor kurzem eingebauten Saugluft-Förderanlage

Die Förderanlage sollte für eine Stundenleistun[g] 100 t gebaut werden. Da aber die Saugleitungen der [illegible] teren Handhabung wegen nur einen Umfang beko[illegible] können, der für 50 t/h bemessen ist, wurde die ganze A[illegible] in zwei gleiche Teile geteilt, die miteinander verb[illegible] werden können. Es sind also vorhanden: zwei Umf[illegible] von 6000 V auf 400 V, zwei Luftpumpen von je 50 t/[h] stung, die von je einem Elektromotor angetrieben w[illegible] zwei Einsaugbehälter, zwei Filter, zwei Saugleitungen [illegible] Becherwerke, zwei Bänder zum Einspeichern. Dadur[illegible] die Möglichkeit gegeben, zwei verschiedene Arbeiten [illegible] 50 t/h Leistung zu gleicher Zeit vorzunehmen und [illegible] Förderarbeiten mit der halben Kraftanlage wirtschaft[illegible] zu verrichten; außerdem ist größere Sicherheit gegebe[n] ein Teil der Anlage gebrauchfähig ist.

Als Luftpumpen sind liegende mit zwanglä[illegible] Steuerung durch einen kegeligen Drehschieber ge[illegible] weil angenommen wurde, daß bei stehenden Pumpe[n] freigängigen Ventile Anlaß zu Undichtheiten bieten w[illegible]

Zum Reinigen der Luft vor Eintritt in die Luftpu[illegible] sind Naßfilter gewählt worden, weil angenommen [illegible] daß ihre Bedienung bequemer ist und durch sie di[illegible] besser gereinigt wird.

In einem besonderen Anbau zu ebener Erde sind U[illegible] meranlage, Schaltanlage und Luftpumpen s, Abb. 2 [illegible] die von Elektromotoren von 100 PS durch Riemen an[illegible] ben werden, untergebracht. Im südwestlichen voll ge[illegible] Giebelteil des Lagerhauses von 6 m Länge sind ein[illegible]

Abb. 2 und 3
Längs- und Querschnitt durch den Lübecker Speicher mit den Rohrleit[illegible]

Abb. 4
Bandförderanlage zur Weiterbeförderung des Getreides im Speicher

Abb. 5
Rohranlage zum Beschütten der einzelnen Fächer und Böden

e beiden Naßfilter t, zwei Einsaugebehälter c mit Entla-rn d, von denen jeder durch einen 1,5 PS starken Elektro-otor bewegt wird, ferner zwei selbsttätige Wagen e von je) t Stundenleistung, zwei Becherwerke f, angetrieben mittels iemen durch je einen Elektromotor von 7,5 PS, und endlich is Ausladeband g für 100 t Stundenleistung, angetrieben mit-ls Riemen durch einen Elektromotor von 3,5 PS. Von dem La-rhaus ist nur eine Abteilung mit neun Fächern (= ⅓) mit irderanlagen ausgebaut. In dieser Abteilung können 4000 t ses Getreide gelagert werden. Die Förderanlage besteht aus vei unter Dach eingebauten Längsbändern, die durch je nen Motor von 6 PS mittels Riemen getrieben werden, bb. 4, einem Rohrsystem zum Beschütten der einzelnen icher und Böden, Abb. 5, 54 in die Böden eingebaute Vier-egstutzen mit Streudüsen, die so eingerichtet sind, daß an das Getreide durchlaufen lassen, auf den nächsten iden streuen, von einem Boden in den unteren durchrieseln id abschließen kann. Auf dem ersten Boden sind an jeder ingsseite des Lagerhauses drei Absackwagen q aufgestellt id bei diesen je zwei Sackrutschen r angeordnet, auf denen e gefüllten Säcke unmittelbar in die Eisenbahnwagen itschen. Endlich liegt im ganzen Speicher verteilt ein iugrohrsystem p, durch das das Getreide von den einzelnen iden in die Einsaugbehälter gefördert wird. Da Boden-nsaugdüsen für eine Stundenleistung von 50 t zu schwer urden, wird jedes Mündungsrohr durch ein Hosenrohr mit vei kleineren Schläuchen o und Düsen n für 25 t/h Leistung rbunden, Abb. 6.

Von dem Speicher werden die einzelnen übereinander-egenden Fächer vermietet, so daß die Einlagerer ihr Ge-

Abb. 6
Hosenrohr mit Saugdüsen für 25 t/h

treide durch Rieseln von einem in den darunter liegenden Boden selbst lüften können. Dann ist nur noch die Umlagerung vom untersten nach dem obersten Boden mittels Saugluft zu betätigen. Der Erdgeschoßboden kann beliebig hoch beschüttet werden und dient zum Sammeln von

Abb. 3

a Schiff
b Saugrohre
c Einsaugbehälter
d Entlader
e selbsttätige Wage
f Becherwerk
g Ausladeband
h Ausschiebrohr zum Beladen des Kahnes
i Längsband
k Verteilrohre zum Ausschütten in die Speicherräume
l Rampengrube
m Saugrohre
n Düsen
o Saugschläuche
p Saugrohre
q Absackwagen
r Sackrutschen
s Luftpumpen
t Naßfilter
u Eisengerüst
v Wagen mit Gelenkstange zum Ausfahren von h
w Ausleger für die Saugrohre b

bearbeitetem Getreide vor der Verladung. In den Rampen an beiden Längsseiten des Lagerhauses sind Gruben angeordnet. In diese wird das mit Eisenbahnwagen in Säcken angefahrene Getreide ausgeschüttet und von dort aus aufgesaugt.

An der Wasserfront des Lagerhauses befindet sich ein Eisengerüst *u*, das in der Mitte das Ausladeband *g* und ein Ausschiebrohr *h* zum Abschütten in das Schiff trägt, und an den Seiten je ein Saugrohr *a*. Das Ausschiebrohr kann durch einen Wagen mit Gelenkstange *v* ausgefahren werden. Die Saugrohre hängen in Auslegern *w*, die wagerecht und senkrecht bewegt werden können.

Die tatsächlichen Höchstleistungen betrugen bei trockenem Getreide für Förderung aus dem Schiff 55 t und vom Boden je nach der Entfernung vom Einsaugbehälter 30 bis 40 t mit jeder Teilanlage bei einem Kraftbedarf der Luftpumpen von je 90 PS. Jedoch wird die Leistung durch Feuchtigkeit des Getreides beeinflußt.

Der Förderweg des Getreides ist der folgende, Abb. 2 und 3:

1. Vom Schiff *a* durch Saugrohre *b*, Einsaugbehälter *c*, Entlader *d*, selbsttätige Wagen *e*, Becherwerk *f*, Ausladeband *g*, Ausschiebrohr *h* in Kahn.

2. Vom Schiff *a* wie vor bis zum Becherwerk *f*, da weiter auf Längsband *i* durch Verteilrohre *k* in Speich

3. Vom Eisenbahnwagen werden die Säcke ausgeschütt in die Rampengrube, sodann durch Saugrohre, Einsau behälter usw. wie bei 1.

4. Vom Eisenbahnwagen in Rampengrube *l*, Saugrohre und weiter wie unter 2.

5. Vom Boden durch 2 × ½ Düsen *n*, Saugschläche *o* u Saugrohre *p*, Einsaugbehälter usw. wie unter 1. Loses G treide aus Eisenbahnwagen wird ebenso abgesaugt wie vo Boden, an die Saugschläuche werden nur Verlängerung rohre angeschraubt.

6. Vom Boden durch 2 × ½ Düsen, Saugschläuche u Saugrohre *p*, Einsaugbehälter *c*, Entlader *d*, Becherwerke Absackwagen *q*, Sackrutschen *r* in Eisenbahnwagen.

7. Vom Erdgeschoßboden wie vor bis zu den Beche werken, dann auf die Längsbänder *i* und durch Verteilrohre auf obersten Boden.

Die gesamte Förderanlage ist von der Maschinenfabr Hartmann A.-G., Offenbach a. Main, die elektrischen Anlag und Elektromotoren sind von den Siemens-Schuckertwerk geliefert und am 1. Oktober 1926 in Betrieb genommen word

Lübeck [M 303] Wildegans

Sauerstofffreies Wasser

Die heute mehr und mehr benutzten hohen Spannungen und die Verwendung von Wasserrohrkesseln zwingen dazu, den Sauerstoff aus dem Speisewasser auszuscheiden, da durch ihn Anfressungen verursacht werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß auch Wasser unter niedrigstem Druck noch Luft enthält und stark rostend wirkt.

Abb. 1
Rostex-Filter für die Befreiung des Wassers vom Sauerstoff

Das „Rostex“-Filter, Abb. 1, der Firma Chr. Hülsmeyer, Düsseldorf, hat sich beim Binden des Sauerstoffes bewährt. Dieses Filter darf nicht mit sogenannten Eisenspanfiltern verwechselt werden, bei denen man einfa Eisenspäne aus der Dreherei in einen Kessel füllt. Hül meyer-Filter arbeiten vielmehr mit einer Manganstahlwoll Füllung. Sie macht es möglich, sehr viel Sauerstoff entziehen; man verringert so den Sauerstoffgehalt z. B. b auf 0,5 mg in 1 l Wasser im Dauerbetrieb, während sog nannte Eisenspanfilter kaum einige Tage hindurch d Sauerstoff bis auf 1,5 mg in 1 l Wasser verringern.

Eine besondere Wartung erfordern die Stahlwolle-Filt nicht, nur muß hin und wieder das sich bildende Eise Hydroxyd ausgespült werden. Die Kosten für die Füllu der Filter sind sehr gering.

Eine solche Filteranlage steht seit dem Jahre 1919 a einer Schachtanlage im Betrieb. Dort werden neun Zw flammrohrkessel von 10 at Druck mit Ruhrwasser gespei das auf seinem Wege durch die Ammoniakkühler auf etw 50 bis 60 °C vorgewärmt wird. Der Abdampf der Speis wasserpumpen dient zur weiteren Vorwärmung des Speis wassers im Sammelbehälter.

Bei dieser Kesselanlage waren leichte Anfressung aufgetreten, die auf den Sauerstoff der Luft im Speis wasser zurückgeführt wurden. Daher hat man ein Dopp filter aufgestellt, das 30 m³/h bei 10 at reinigt. Jeder Filt behälter hat etwa 2800 mm Höhe und 900 mm Dmr. D Anordnung ist so getroffen, daß jedes Filter allein, ab auch zusammen mit den anderen eingeschaltet werden kan Die gefüllten Filtereinsätze lassen sich leicht auswechsel nachdem die Deckel abgehoben worden sind. Das Filt wird etwa alle zwei Tage durchgespült und die Filt masse jährlich erneuert. Der Sauerstoffgehalt des Speis wassers soll hinter dem Filter nach Gewährleistung 0,5 cm nicht überschreiten.

Seit der Inbetriebsetzung des Filters sind die Anfr sungen zum Stillstand gekommen und keine neuen entsta den. Danach hat sich im vorliegenden Falle die Entf nung des Sauerstoffes aus dem Speisewasser mit verhä nismäßig einfachen Mitteln erreichen lassen.

Eine weitere Anlage wurde auf der Reichswerft Rüstringen ausgeführt, und zwar eine solche in größt Ausmaße. Dort arbeiteten Hochdruckkessel mit insg samt 1200 m² Heizfläche für die Beheizung der Werft. D zurückgewonnene Kondensat der kilometerlangen He stränge wurde wieder zur Kesselspeisung verwendet. D Zerstörungen an den Kondensatleitungen erforderten bish besondere Mannschaften für die Ausbesserung, was ei schließlich Werkstoffverbrauch jährlich rd. 30 000 Kosten verursachte. Nach Einbau des Hülsmeyersch „Rostex“-Filters waren die Übelstände dauernd bes tigt, weil der ganze Rostvorgang in die aufgestellt Filter verlegt wurde.

Leipzig. [M 2027] Ing. Carl Taubert

RUNDSCHAU

Wissenschaftliche Tagungen

Fachsitzung „Ausbildungswesen“

läßlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 30. Mai 1927.

Wie alljährlich hat auch diesmal der Verein deutscher genieure bei seiner Hauptversammlung gemeinsam mit n Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen eine ößere Fachsitzung über das Ausbildungswesen abgehalten, zahlreiche Ingenieure und die verschiedenen Lehrkräfte gesamten technischen Schulwesens im Versammlungsl des Rosengartens vereinigte. Auch viele Vertreder in Frage kommenden Reichs- und Landesbehörden nnten vom Vorsitzenden, Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. Lip- .rt, begrüßt werden.

Geheimrat Lippart hatte es dankenswerterweise selbst ernommen, über den ersten Punkt der Tagesordnung

„Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage“

f Grund der eigenen, langjährigen Erfahrungen zu behten; er behandelte damit ein doppelt wichtiges Gebiet, chdem die unmittelbar beteiligten Kreise, die Hoch- und ttelschulen, bereits seit längerer Zeit die Notwendigkeit rtiefter und planmäßiger Praktikantenausbildung erınt und diese gefördert hatten. Es galt demnach, die twicklung und den Stand der Aufgabe vor einem breien Kreise der Ingenieure und technischen Lehrkräfte zulegen[1]). Die dadurch gegebenen Anregungen werden bisher im Deutschen Ausschuß für Technisches Schulsen weiter behandelt werden. — Auch das zweite Thema

ie Bedeutung der Ingenieurtätigkeit für die Gütererzeugung außerhalb der Maschinenindustrie“

rde mit gebotener Gründlichkeit und zum ersten Male der Ingenieurwelt behandelt. Hier leitete Prof. Dr.-Ing. h. C. Matschoß die Erörterungen ein, indem er die ı hier ergebenden Aufgaben herausarbeitete.

Nach der Feststellung, daß die Ausbreitung der Maschine ufhaltsam fortschreitet und es sich nur darum handeln ıne, die Gesamtentwicklung in möglichst günstiger Weise sem Vordringen anzupassen, stellte er die große Stelgslosigkeit der Ingenieure dem riesigen Andrange zu sem Berufe gegenüber. Er findet den Ausweg in der rkeren Durchdringung aller industriellen Betriebe mit ınischer Intelligenz, die unbedingt notwendig ist, eben lge der erwähnten fortschreitenden Mechanisierung. gibt heute noch sehr viele Betriebe, die von dem maschitechnischen Wissenschaftler wenig oder gar keinen Geuch machen. In Amerika ist das wesentlich anders. Dort ıt man die Hochschulausbildung als Stätte zur Aneigıg einer gründlichen technischen Allgemeinbildung an, den Absolventen befähigt, in allen möglichen, oft vom schinenbau und den übrigen an den Hochschulen behandel- Gebieten weit abliegenden Berufen zu arbeiten (Westenrikation, Seifenherstellung usw.). Mehr als die Hälfte r Hochschulabsolventen geht in derartige Berufe über; en Unterschied in der sozialen Bewertung des Fertigungses kennt man drüben nicht.

In dieser Richtung muß auch bei uns vorgegangen wer-. Allein die Chemiker haben schon vor einigen Jahren annt, daß ihre Verwendung in solchen scheinbar abseits genden Betrieben für alle Beteiligten von größtem Nutzen Das hat die Gründung der Carl Goldschmidt-Stelle für misch-wissenschaftliche Betriebsführung veranlaßt mit ı Ziele, Chemie und Chemiker in alle Zweige der Wirtaft hineinzubringen.

Aber nur erstklassige Ingenieure sind für diese Pioniereit brauchbar, selbständige, zielbewußte Männer, die das chschulwissen nicht hochmütig gemacht hat, sondern die dem kleinsten Mann im neuen Betriebe zu lernen vergen. Man sollte nun aber nicht etwa von den Hochulen verlangen, daß sie in recht vielen Fächern nach n den verschiedenen technologischen Richtungen ausbil- müssen. Im Gegenteil ist dort eine Zurückführung des assenden Wissenstoffes auf die Grundlage mit Entschieheit anzustreben. Am Schlusse seiner Ausführungen pfahl Prof. Matschoß, dieser Aufgabe sowohl seitens des eines deutscher Ingenieure wie des DATSCH größte Aufksamkeit zuzuwenden und sich mit führenden Männern in Frage kommenden wichtigen Industriezweige eingend zu besprechen.

[1]) Der Vortrag ist bereits in Z. Nr. 28, S. 993 veröffentlicht. Auch die anschließende lebhafte Erörterung wurde hierbei kurz berichtet.

Im Sinne dieser Ausführungen suchten die nunmehr folgenden Einzelberichte die Bedeutung des Problems für wichtige Industriezweige im einzelnen darzulegen.

An Stelle des dienstlich verhinderten Vortragenden aus der Textilwirtschaft hatte sich dankenswerterweise in letzter Stunde der bekannte Textilindustrielle Dr. Gminder bereit erklärt, auf Grund seiner 35jährigen eigenen Erfahrungen zum Thema zu sprechen. Er zeigte einleitend, wie man anfangs sich nur der Textilfacharbeiterausbildung angenommen habe und erst allmählich, z. B. im Institut für Textilindustrie in Reutlingen, zur Ausbildung leitender Textilfachleute übergegangen sei. Er erkannte die Notwendigkeit der Anwendung maschinenbaulichen Wissens, sowohl im Textil-Maschinenbau als auch in Textilbetrieben, rückhaltlos an, um so mehr, als der Weltwettbewerb in neuerer Zeit viel höhere Anforderungen stelle als früher.

Daß die Textilindustrie sich viel langsamer als der Maschinenbau auf wissenschaftliche Grundlage gestellt habe, begründet er damit, daß die Maschinenindustrie im vorigen Jahrhundert bei Beginn der technischen Entwicklung noch jung und daher der wissenschaftlichen Durchdringung bedürftiger und zugänglicher war. Damals waren die Urgewerbe — Textilindustrie, Bauwesen, Landwirtschaft — zu einer gewissen Vollkommenheit gediehen, das Beharrungsvermögen der darin Tätigen daher größer und der Zwang zur Rationalisierung infolge des stark steigenden Bedarfes gering. Den heute völlig veränderten Verhältnissen entsprechend geht es nicht mehr ohne maschinenbaulich-wissenschaftliche Durchdringung der Textilwirtschaft.

Der dafür in Frage kommende Maschineningenieur hat nach Dr. Gminder schon heute sehr geeignete Ausbildungsmöglichkeiten. Das allgemeine Hochschulstudium ist unerläßlich. An dessen Ende sollten dann 1 bis 2 Semester Arbeit in den bereits vorhandenen Forschungsinstituten anschließen, die auch zur Erlangung des Doktorgrades geeignet sind. In Frage kommen auch die staatlichen Prüfungsämter, die eine wertvolle Ergänzung dieser Forschungsinstitute sind. Besteht dann noch eine enge Verbindung mit einer Fachschule für die praktische Betätigung an Maschinen und Einrichtungen, wie das im Reutlinger Textilinstitut der Fall ist, so ist die beste Einführung des Maschinenbauers in das umfassende Textilfach gegeben. Daran müßte sich eine Anstellung in einem Textilbetrieb anschließen, ehe z. B. ein Übertritt in die Textilmaschinenindustrie ratsam ist. Redner unterstrich im Anschluß an den Vortrag von Dr. Wendt in der Hauptversammlung des V. d. I. den Wert einer allgemeinen und wirtschaftlichen Bildung neben der Spezialisierung und zeigte die Fülle der Aufgaben auf, die des allseitig gebildeten Textilingenieurs harren.

Auch der zweite Vortragende, Privatdozent Dr.-Ing. Garbotz, Berlin-Siemensstadt, konnte auf Grund des eigenen Werdegangs die des Maschineningenieurs im Bauwesen harrenden Aufgaben in den Grundsätzen klarlegen. Während die reine Maschinenindustrie von allen Produktionszweigen am meisten und vor allem wirtschaftlich vorangeeilt ist und allen auftretenden inneren Reibungen zum Trotz bedeutende Erfolge erzielt hat, haben diese betriebswirtschaftlichen Gedankengänge bei der Bauwirtschaft erst recht spärlich Eingang gefunden. In bezug auf wissenschaftliche Betriebführung ist man nur auf dem Gebiete der Baustoffe vorangekommen, während die Fördervorgänge noch bei weitem nicht im möglichen Maße verbessert und verbilligt worden sind.

Bei der Übertragung maschinenbaulichen Denkens auf das Baugewerbe stellen sich eben mancherlei Schwierigkeiten ein, die sowohl technischer wie psychologischer Art sind. Konstruktion und Ausführung liegen in getrennten Händen; die Einflußnahme auf die Konstruktion ist daher gering. Meist handelt es sich um Einzelherstellung. Überdies ist das Baugewerbe von der Örtlichkeit, von Witterung und Jahreszeit abhängig. Die produktionstechnischen Anlagen sind fast jedesmal verschieden und daher meist behelfsmäßiger Art. Auch die Kürze der Beschaffungs- und Aufbauzeiten wirkt hinderlich.

Die am Bau arbeitenden Personen stehen wirtschaftlichen Gedanken, die übrigens an Technischen Hochschulen auch noch nicht im Sinne der Betriebswissenschaft des Maschinenbaues betont werden, zumeist sehr fern. Die Gemeinschaftsarbeit steckt im Bauwesen noch in den Anfängen und damit auch die Bestrebungen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.

Erst in neuster Zeit bahnt sich ein Wandel an. Das Beispiel Amerikas mit seiner völligen Einstellung auf die Maschine wirkt auch auf das Baugewerbe ein. Die bereits maschinentechnisch beeinflußten Nachbargebiete wie Bergbau und Abraumbetriebe geben weitere Anregungen, besonders im Hinblick auf Massenförderung. Auch die Größe der Bauaufgaben und der mit ihnen wachsenden Gerätemengen zwingt zur Heranziehung der Maschineningenieure in der Bauwirtschaft, die in dieser Hinsicht noch sehr aufnahmefähig ist, da im Baugewerbe das Zahlenverhältnis von Ingenieur zu Arbeiter heute noch etwa 1 : 20 bis 1 : 15 beträgt.

Allerdings muß gefordert werden, daß die ins Baufach hinüberwechselnden Maschineningenieure gleiche Entwicklungsmöglichkeiten wie die Bauingenieure haben.

Dr. Bramesfeld, Darmstadt, berichtete in lebendiger Darstellung über eigene Erfahrungen als Maschineningenieur bei zwei ihm gestellten Rationalisierungsaufgaben aus der Möbelindustrie und der chemischen Industrie. Die eine Aufgabe war, eine Reihenfertigung feiner Möbel in einem gegebenen Betriebe wirtschaftlich einzurichten. Er löste sie mit den Grundsätzen wissenschaftlicher Maschinenwirtschaft: Klare Herstellungsgliederung, Regelung der Arbeitsvorbereitung, Schaffung vernünftiger Zeichnungen, Stücklisten und Herstellpläne, Organisierung des Förderwesens, verbunden mit Arbeits- und Zeituntersuchung. Der Erfolg war eine wesentliche Herabsetzung der Lohnkosten.

Bei dieser Betätigung erkannte er u. a. folgende Aufgaben, die auf diesem Gebiete noch von dem Maschineningenieur zu lösen sind: Technologische und wissenschaftliche Erforschung des Baustoffes Holz, sein Verhalten bei und nach der Verarbeitung, die künstliche Trocknung; ferner die Werkzeugfrage, Verbesserung der Wärmewirtschaft und der Maschinenausnutzung u. a. mehr. Soweit Reihenfertigung in Frage kommt, haben sich Anregungen aus dem Maschinenbau bezüglich Konstruktions-, Darstellungs- und Berechnungsweise in der Zusammenarbeit mit dem Möbelarchitekten fruchtbringend erwiesen. Auch der Grundgedanke der Fließarbeit kann hier übertragen werden. Bei allen diesen Neuerungen sind die durch das Umdenken und Umstellen veranlaßten Widerstände jedoch nicht gering.

In der chemischen Industrie ist die Ingenieurarbeit für den Apparatebau, den Sondermaschinenbau, Wärme- und Kraftwirtschaft, Maschinenparkverwaltung sowie für das Ausbesser- und Förderwesen ohne weiteres zu sehen. Als neue Aufgabe war im vorliegenden Falle die planmäßige Arbeitsforschung in den Produktionsbetrieben der chemischen Industrie gegeben. Insbesondere bei der reinen Handtätigkeit (Verpackung, Etikettierung, Beklebung usw.) konnten zahlreiche Verbesserungen im Sinne der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Dabei wurde von neuzeitlichen Aufzeicheninstrumenten vorteilhafter Gebrauch gemacht. Die Ergebnisse fanden ihren Niederschlag in Arbeitzeittafeln, die eine bessere Arbeitsvorbereitung ermöglichen. Die Arbeitsleistung stieg mit diesen Maßnahmen an Einzelstellen bis um 100, ja sogar 200 vH.

Wie in diesen Beispielen, so kann nach der Überzeugung des Redners auch in andern industriellen Betrieben noch eine erhebliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit gegenüber bisher erzielt werden.

Aus der den drei Einzelvorträgen folgenden, trotz der vorgerückten Zeit noch sehr anregenden Erörterung sei erwähnt, daß Dr. G. Reißner, Essen, es außerordentlich begrüßte, daß der heutige Hochschulingenieur nunmehr wieder zur Polytechnik im Sinne von Karmasch und andrer übergehe, also zu der Auffassung, die bereits vor 50 bis 60 Jahren üblich war. Um der Geltung des Ingenieurs im industriellen Betrieb größeren Raum zu beschaffen, empfahl er Ausbildung der Ingenieure auch auf wirtschaftspolitischem Gebiet. An lehrreichen Beispielen unterstrich Prof. Meyenberg, Braunschweig, die Ausführungen von Prof. Matschoß. Der Dünkel der jungen Leute müsse fallen, denn auf den Nachbargebieten ist für den Maschineningenieur außerordentlich viel zu holen. Auch er wollte von einer Spezialisierung der Hochschulen nichts wissen. Direktor Dipl.-Ing. Frauendienst, Berlin, brachte zum Ausdruck, daß die Hauptaufgabe zum Vorankommen in dieser Frage darin bestehe, die Inhaber und Leiter der in Frage kommenden Industriebetriebe über die technisch-industrielle Betriebführung aufzuklären, damit sie sich mit diesem Gedanken mehr vertraut machen.

In seinem Schlußwort machte sich Prof. Matschoß auch diese letzten Ausführungen zu eigen und betonte, daß der Gedanke marschiere und auch auf dem Gauverbandstage des Vereines deutscher Ingenieure in Aachen bereits weiter behandelt worden sei. Auch im Rahmen des Deutschen Ausschusses wird der Förderung dieser Aufgabe volle Beachtung geschenkt werden. [N 698]

Berlin Dr. Harm

Bergbau

Stückigmachen von Eisenerzen

Die Verfahren zum Stückigmachen von Eisener haben in Deutschland in den letzten Jahren stark an deutung gewonnen. Von der Erzeugung an Sinterer in Höhe von 3 200 000 t — im Jahre 1910 wurden 700 000 t Erze stückig gemacht — entfallen auf das Dwi Lloyd-Verfahren allein 1 900 000 t, auf Drehrohr- und stige Sinterverfahren etwa 700 000 t, während die übri 600 000 t Preßlinge sind. Trotzdem es gelungen ist, du Anpassung des Hochofenprofils und der Ofenführung steigendem Maße Feinerz unmittelbar zu verhütten, doch die Vorteile einer vorhergehenden Sinterung, die der Hauptsache in der Entfernung des schädlichen Schwe Zink- und Arsengehaltes, der Porosität und der leich Reduzierbarkeit im Hochofen liegen, so groß, daß immer mehr zum vorhergehenden Stückigmachen der F erze schreitet. Der Schwefelgehalt im gesinterten Erz um so geringer, je poröser das Sintererzeugnis ist.

Bei Verarbeitung stark schwefelhaltiger Abbrä (über 4 vH S) beträgt der Schwefelgehalt im Fertiggut b Sintern nach dem Dwight Lloyd-Verfahren etwa 0,2 Ein Kalkgehalt im Erz wirkt durch die Bildung von Sul schwefel ungünstig auf die Entschwefelung ein. Die zeugung des Hochofens steigt bei Verwendung reinem Agglomeratmöller an Stelle von Feinerzmö um 20 bis 30 vH, die Koksersparnis um 20 vH. Als vort hafte Korngröße des Agglomerates wird Haselnuß- Walnußgröße empfohlen. Rein theoretisch handelt sich bei den verschiedenen Sinterverfahren in der Ha sache um Oxydations- und teilweise um Reduktions gänge. Die durch überschüssige Kieselsäure begünst Verschlackung von Eisenoxydul bedeutet eine Vermi rung der Porosität und Reduzierbarkeit.

Die Erzbrikettierverfahren ohne Anwendung von H verwenden als Zusatzbindemittel Chlormagnesium oder Z pech. Das Chlormagnesiumverfahren will die dende Kraft der im Gichtstaub enthaltenen Bindemittel du Zusatz katalytisch wirkender Chlormagnesiumlauge stärken. Zur Ablöschung des Kalkes wird das Haufw kurz vor dem Pressen mit der Lauge in einer langen Mi schnecke innig gemischt.

Bei dem Verfahren der Hasper Eisen- und Stahlw werden als Bindemittel 25 vH Gasreinigungsschlamm, bis 2,2 vH Gips und 1 vH Chlormagnesiumlauge von 32 verwendet. Nach dem Durchmischen wird das zu pressende Gut in einen Kollergang und von hier au die Presse geleitet. Die Preßlinge erhärten unter Bild von Doppelsalzen zwischen $CaSO_4$, $MgCl_2$ und Mg(O in einem Zeitraum von drei Tagen. Die Leistung Pressen, die mit einem Höchstdruck von 700 at arbei beträgt 120 bis 170 t oder 250 bis 300 t in 24 h. Beim Erhi von Preßlingen, die unter Zumischung von Koksgrus zeugt wurden, ergab sich eine unmittelbare Reduktion Erzes durch den beigemischten Kleinkoks[1]) und somit Ersparnis an hochwertigem, großstückigem Hüttenkoks die Reduktion im Hochofen. Die Brikettierkosten schließlich Lohn, Ausbesserungen und Lauge, jedoch schließlich Rohstoffe, Tilgung und Verzinsung schwan zwischen 3 und 6 ℳ/t, wobei noch besonders zu erwäh ist, daß der Bindemittelzusatz die Preßlinge gewöhn eisenärmer macht als die durch Sintern stückig gemac Feinerze.

Das von Ramén verbesserte Gröndal- oder Kanalo verfahren arbeitet mit nachfolgender Hitzebehandlung Preßlinge und weist den Nachteil auf, daß nicht alle F erze stückig gemacht werden können. In der Hauptsa wird es zum Stückigmachen von Magneteisenschlie und gelaugten Kiesabbränden verwendet. Der Ofen ist den Cockerillwerken in Seraing[2]) so verbessert wor daß die Durchsatzleistung doppelt so groß wie bei den ä ren Raménofenanlagen ist und sich durch entspreche Behandlung die verschiedensten Feinerze auch unter wendung verschiedener Brennstoffe gleich gut verpre lassen.

Das Giesecke-Verfahren verarbeitet die in e Strangpresse vorgeformten Erze in einem Schachtofen, die Verbrennungsluft möglichst dicht unter der Gicht u einem Druck von 600 mm W.-S. zugeführt wird. Brennstoffverbrauch von 14 vH Feinkoks ist sehr hoch, Entschwefelung nicht so weitgehend wie bei den übri Sinterverfahren. Das Verfahren eignet sich besonders das Stückigmachen von sehr feinen, fettigen Erzen, solche vorwiegend in Oberschlesien vorkommen, und auf der Julienhütte bei Bobrek zum Stückigmachen

[1]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 613.
[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 466.

hlesischen Brauneisenerzen und von Magneteisen-
chen angewandt. Voraussetzung für das Giesecke-
hren ist plastischer Charakter des Erzes in feuchtem
nde. Unter Umständen müssen Erze, die dem Ge-
einen solchen Charakter verleihen können, zugefügt
n. Als solches Bindemittel eignen sich z. B. die
eichen Rückstände von der Bauxitaufbereitung sowie
ückstände von der Bauxitverarbeitung auf Ton-
drat.
on den Sinterverfahren ohne vorheriges Formen
ohgutes ist das Drehrohrverfahren, das mit einer
temperatur von 1350 bis 1400 ° arbeitet, um ein Mehr-
teurer als die neuzeitlichen reinen Sinterverfahren.
Heberlein-Konverterverfahren scheidet
euanlagen wegen der geringen Durchsatzleistung und
nwefelung und der Höhe der Selbstkosten aus. Beson-
tarke Anwendung hat in Deutschland das Dwight-
d-Verfahren gefunden[3]).
ie übliche Dwight-Lloyd-Sinteranlage hat in der
n Ausführung, die für das Stückigmachen von Eisen-
allgemein angewendet wird, bei 6,6 m Länge und 1 m
ein Gewicht von 80 t bei 6,6 m² Gesamtsaugfläche,
rch Vergrößerung der Bandabmessungen auf 20 und
auf 36 m² erhöht ist. Die Leistung beträgt 20 bis
nter in 24 h auf 1 m² Saugherdfläche bei einer Band-
vindigkeit von 1,8 m/min und einer Schütthöhe
0 bis 32 cm. Bei leicht zündenden und sinternden
zen arbeitet man mit hoher Bandgeschwindigkeit und
er Schütthöhe; bei schwer zündenden, stark nassen
nischen dagegen mit kleiner Geschwindigkeit und
Schütthöhe. Die Zündöfen arbeiten meist mit Hoch-
oder Koksofengas. An die Stelle der Gußroste, die man
bei Erzen mit saurer Feuchtigkeit weiter benutzen
sind mit Erfolg schmiedeiserne Roststäbe getreten.
e runde Ausführung der Dwight-Lloyd-Anlage, die
itschland bisher ausschließlich für Kupfer- und Blei-
erwendet wird, bietet die Möglichkeit, die SO_2-reich-
bgase für sich der Schwefelsäurefabrik zuzuführen.
t bei gleichem Gewicht fast die dreifache nutzbare
äche wie eine gerade Anlage und wird sich daher nach
konstruktion eines richtig arbeitenden Abstreich-
s auch für das Stückigmachen von Eisenerzen einführen.
ei der in Deutschland durch Patent geschützten Pfannen-
ng nach Greenawalt sind in den letzten Jahren
eihe von Verbesserungen durchgeführt worden, so daß
istung der Pfannen bei gleichbleibender Pfannengröße
5 auf 380 t in 24 h gesteigert werden konnte[4]). Die in
ellen drehbar aufgehängten, mit Rostboden versehenen
aß-Sinterpfannen haben eine Tiefe von 200 bis 225 mm
und 7,3 m Länge sowie 2,4 und 3 m Breite. Der Rost
e Spaltweite von 8 mm und eine freie Durchgangs-
von 12 vH. Das Sintergut wird vor der Aufgabe
Pfannen auf Hummer-Sieben mit 10 × 32 mm² Lochung
bt und das Grobkorn als Schutzdecke verwendet. Zum
ken der Pfanne sind einschließlich des Aufgebens der
decke 30 s erforderlich. Die Schütthöhe beträgt beim
Sintern von Gichtstaub 150 bis 175 mm, beim Sintern von
Erz mit bestimmtem Kohlenstoffzusatz 200 bis 250 mm. Für
die etwa 45 s dauernde Zündung werden bei Verwendung
von Öl 1 bis 2 l Öl, bezogen auf 1 t Sinter, verbraucht; die
Sinterung dauert je nach der Erzbeschaffenheit 12 bis 20 min.
Das gesinterte Gut fällt durch Drehung der Pfanne auf ein
schräges, feststehendes Sieb, von dem das Grobe in einen
darunterstehenden Eisenbahnwagen gleitet, während der
Siebdurchfall im Betrage von 15 bis 25 vH wieder mit dem
ungesinterten Gut vermischt wird.

Vorteile der Sinterung nach Greenawalt gegenüber der
nach Dwight-Lloyd sind geringere Anlage- und Ausbesser-
kosten, geringer Verbrauch an Schutzdecke (5 vH gegen
12 vH bei Dwight Lloyd), gleichmäßiges Saugen auf der
ganzen Rostoberfläche. Die größte Anlage bei der Beth-
lehem Steel Co., Lebanon, besteht aus zwei Gruppen mit
je sechs Pfannen und leistet monatlich zwischen 60 000
und 63 000 t.

Nach ähnlichen Grundsätzen wie das Greenawaltver-
fahren arbeitet die Handsinter-Anlage der Firma Lurgi-
Gesellschaft für Wärmetechnik m. b. H.,
Frankfurt a. M., die mit vier mit der Hand kippbaren, an
einer senkrechten Achse angebrachten Pfannen von je 1 m²
Saugoberfläche eine tägliche Leistung von 50 t aufweist. Nach
Füllen der ersten Pfanne mit Rostbelag und dem Erz-Koks-
Gemisch kommt die Pfanne unter den Zündofen, der die
Zündung in weniger als 1 min durchführt, worauf die
Zündflamme abgestellt wird. Die Pfanne bleibt 6 bis 8 min
unter dem Zündofen stehen, bis die vierte Pfanne entleert
und wieder beschickt ist. Nach Weiterbewegung der dau-
ernd unter Saugwirkung stehenden ersten Pfanne um vier-
mal 90 ° ist das aufgegebene Gut durchgesintert und kann
durch Kippen über einen Abwurfrost entleert werden.

[N 548] Prockat

Eisenhüttenwesen

Warmsägen

Lange gewalzte Stäbe werden in Walzwerken mittels
Warmscheren oder Warmsägen[1]) zerschnitten. Blöcke und
Knüppel, bei denen es weniger Bedeutung hat, wenn der
Schnitt nicht genau rechtwinklig ist oder die Schnitt-
kanten etwas verdrückt sind, zerschneidet man in Warm-
scheren, die weniger Schrottabfall und kleineren Werk-
zeugverbrauch haben. Formeisen und gewisse Feineisen
werden auf Warmsägen zerteilt.

Die gesteigerten Anforderungen an die Leistungen der
Warmsägen bedingen größere Umfangs- und Vorschubge-
schwindigkeiten der Sägeblätter, höhere Festigkeit und
Wärmebeständigkeit des Sägeblattstahles und kräftigere
Ausführung der Sägen in ihrem ganzen Aufbau. Mit den
Umfangsgeschwindigkeiten der Sägeblätter ist man in letz-
ter Zeit bis auf rd. 100 m/s gegangen bei 1000 bis 2000 Uml./
min. Dies ergibt eine Mehrbeanspruchung der Sägeblätter
am Umfang um 760 kg/cm². Die Vorschubgeschwindigkeit
hängt von der Umfangsgeschwindigkeit und der Schnitt-
länge am Werkstück ab. Bei kleineren Warmsägen be-

[3]) „Metall und Erz" Bd. 19 (1922) S. 1.
[4]) Iron Age, Bd. 119 (1927) S. 775.

[1]) „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 657.

Abb. 1 und **2**
Pendel-Warmsäge, Vorschub durch Elektromotor

a	Ständer	*i*	Sägeblatt	*r*, *s*	Zahnradvorgelege } für zweite Vorschub-Geschwindigkeit
b	„	*k*	Vorschubmotor	*t*, *u*	Klauenkupplungen } für zweite Vorschub-Geschwindigkeit
c	Sägemotor	*l*	Vorschubachse	*v*	Handrad } für Handvorschub
d	Pendel	*m*	Schneckengetriebe	*w*	Kupplung } für Handvorschub
e	Bogenführungen	*n*, *o*	Zahnrad-Vorgelege	*x*, *y*	Vorgelege } für Handvorschub
f	Verschleißleisten	*p*	Vorschubriegel	*z*	Kühlbrause
g	Antriebwelle	*q*	Vorschub-Zahnstangen		
h	Pendelachse				

Abb. 3 und **4**
Hebel-Warmsäge, Vorschub hydraulisch

a Sägeblatt-Träger
b Lagerbock
c Sägeblatt
d Sägeblatt-Welle
e Riemenscheibe
f Sägemotor
g Spannschienen
h Vorschub-Druckzylinder
i Zylinder-Drehzapfen
k Kolbenstangen-Drehzapfen
l Kolbenstange
m Führungsbogen
n Rahmen
o Verschleißleisten
p Kühlbrause

trägt der Vorschub 50 bis 100 mm/s, bei mittleren 100 bis 150 mm/s, bei großen 150 bis 200 mm/s. Die Sägeblätter werden durch Wasserbrausen nahe dem Austritt aus dem Werkstück gut gekühlt; man muß jedoch darauf achten, daß das Werkstück nicht abgekühlt wird.

Der Antrieb der Sägeblätter erfolgt fast in allen Fällen elektrisch; der Vorschub wird elektrisch oder durch Druckwasser betätigt. Wünschenswert ist eine feinstufige Veränderung des Vorschubes; sie läßt sich mit regelbaren Gleichstrommotoren oder hydraulisch leicht erreichen. Steht nur Drehstrom zur Verfügung, so verwendet man mehrstufige Vorgelege. Grundsätzlich muß die Bauart auf den rauhen Walzwerkbetrieb Rücksicht nehmen, für den sich nur einfache, kräftige Maschinen eignen.

Nach der Art der Sägeblatt-Träger kann man Pendel-, Hebel- und Schlittensägen unterscheiden. Bei der Pendelwarmsäge, Abb. 1 und 2, sind die beiden Ständer *a* und *b* mit breiten Füßen versehen und fest miteinander verbunden, damit das Sägeblatt nicht zittert. Auf einem der Ständer ist der Antriebmotor *c* aufgebaut, der mit der Antriebwelle *g* gekuppelt ist. Das Pendel *d* ist um die Achse *h* schwenkbar und wird in kräftigen Bogenführungen mit nachstellbaren Verschleißleisten geführt.

Das Sägeblatt wird von einem umsteuerbaren Elektromotor über das Schneckengetriebe *m*, die Vorschubachse *l*, die Zahnräder *n*, *o*, *p* und die Zahnstangen *q* vorgeschoben. Eine zweite Vorschubgeschwindigkeit kann mittels der Zahnräder *r*, *s* und der Klauenkupplungen *t*, *u* eingeschaltet werden. Falls der elektrische Vorschub versagt, kann man Handvorschub einschalten. In beiden Endstellungen des Sägeblattes wird der Vorschub durch Endschalter selbsttätig abgeschaltet.

Die Hebelwarmsäge, Abb. 3 und 4, benutzt man hauptsächlich als Unterflursäge zum Herausschneiden von Proben aus kleineren Stäben von unten her. Der einarmige Sägeblatt-Träger ist im Lagerbock *b* drehbar. Er trägt das Sägeblatt auf einer Welle, die mittels Riementriebes angetrieben wird. Schienen gestatten, den Riemen nachzuspannen. Der Druckwasserzylinder, der den Vorschub betätigt, ist im Rahmen der Säge drehbar. Der kleinere obere Zylinderraum steht ständig unter Druck, dem größeren unteren Zylinderraum wird das Druckwasser durch die Steuerung über die Zylinderzapfen *i* zugeführt. Die Kolbenstange greift am Sägeblatt-Träger mittels eines Drehz an; zur seitlichen Führung dienen Führungsbogen m schleißleisten.

Wird der Vorschub der Säge durch einen Elektr mit umkehrbarer Drehrichtung betätigt, so greift ein radvorgelege an einem Zahnbogen des Sägeblatt-Träg der durch ein Gegengewicht ausgewogen wird, dam an Vorschubkraft spart.

Zum Schneiden von breiten und hohen Walzs dienen Schlitten-Warmsägen, Abb. 5 und Schlitten wird im Rahmen der Säge geführt und trä Sägeblatt und den Antriebmotor, der das Sägeblatt Riemens antreibt. Der Motor ist auf dem Schlitten in schienen verschiebbar, damit man den Riemen nachst kann. Zum Vorschub dient ein umsteuerbarer E motor. Mit Hilfe eines Vorgeleges und Schneckenge wird die Drehzahl herabgesetzt und die Drehrichtu wechselt. Ein zweites Räderpaar mit Kupplungen die zweite Vorschubgeschwindigkeit. Ist der Vo motor ein regelbarer Gleichstrommotor, so kann m Schneckenradwelle mittels der Kupplung ohne Zal unmittelbar mit der Vorschubwelle *i* verbinden.

Endschalter stellen den Vorschub in beiden E lungen ab; ein Bremsmagnet hält den Vorschubmot was den Auslaufweg des schweren Schlittens abkür

Bei Druckwasservorschub greift im allgemeine Kolbenstange unmittelbar am Schlitten an.
[M. 712]

Werkzeugmaschinen

Halbselbsttätige Schneidbank für genaue Schnecken und Gewinde

In einer Fabrik für Feinmechanik und optische wurden die Schnecken für Mikroskope usw. auf Schnecken-Fräsmaschine hergestellt. Eine Schneck 7 mm Länge, 7,5 mm Außendurchmesser und 1,8 mm gung wurde in rd. 24 min gefräst. Diese Bearbeitu war zu lang, außerdem war verhältnismäßig viel Au unter den bearbeiteten Werkstücken, die außerord genau sein mußten. Es ergab sich die Aufgabe, ei schine zu bauen, auf der die Schnecken in möglichst Zeit bei höchster Genauigkeit geschnitten werden kö

Die Aufgabe wurde von der Maschinenfabrik Hasse & Co., A.-G., Berlin, dadurch gelöst, da

Abb. 5 und **6**
Schlitten-Warmsäge, Vorschub durch Elektromotor

a Sägeschlitten
b Rahmen
c Sägeblatt
d Sägemotor
e Riemenschutzschild
f Gleitschienen
g Vorschubmotor
h Vorschubzahnstange
i Vorschubwelle
k Vorschubritzel
l, *m*, *n* Zahnradvorgelege
o Schneckengetriebe
p, *q* Zahnradvorgelege } für z Vors
r, *s* Kupplungen } Geschw
t Kupplung
u, *v* Endschalter
w, *x* veränderliche Anschläge
a_1 Bremsmagnet
a_2 Bremsscheibe
a_3 Rollenhebel am Endschalte
a_4 Kühlbremse

Abb. 7
bsttätige Schneidbank für sehr genaue Schnecken und Gewinde

genau arbeitende, halbselbsttätige Gewindebohrer-
dbank für diesen Sonderzweck mit besonderen Ein-
ngen versehen wurde.
e Maschine, Abb. 7, hat Riemenantrieb über eine drei-
Stufenscheibe. Damit der Riemenzug unschädlich ist,
lie Stufenscheibe auf einer feststehenden Achse und
die Mitnehmerscheibe für das Werkstück über ein
dvorgelege. Die beiden Spitzen, zwischen denen das
ück eingespannt wird, stehen fest; die Drehung des
ückes bewirkt die Mitnehmerscheibe.
r Drehschlitten wird durch eine Leitkurve so ge-
laß der Rücklauf ungefähr mit sechsfacher Geschwin-
erfolgt. Für die Zustellung des Drehstahls senk-
ur Schneckenachse dient eine Kurve derart, daß der
sobald das Gewinde ausgeschnitten ist, zweimal ohne
ung über das Werkstück läuft, um kleine Uneben-
zu beseitigen; die Größe der Zustellung kann man
en, ohne die Kurve auszuwechseln. Sobald die

Abb. 8
Schnitt durch die Bettführung und den Schlitten

Schnecke fertig geschnitten ist, setzt sich die Maschine selbsttätig still. Der Arbeiter braucht also nur das Werkstück einzuspannen und den Riemen einzurücken.

Abb. 8 zeigt einen Schnitt durch die Bettführung und den Schlitten. Da man die Erfahrung gemacht hat, daß die wechselnde Spannung von Federn die Genauigkeit ungünstig beeinflußt, wird der Schlitten mittels Gewichtes mit Kette bewegt. Obschon das Werkstück nur 70 mm lang ist, wird es durch eine kräftige Lünette noch besonders abgestützt, damit es nicht federn oder sich ausbiegen kann.

Bei der Abnahme der Maschine wurden die Schnecken in 3 min, also in ⅛ der früheren Zeit, geschnitten; die Prüfung ergab, daß sie auf 0,001 mm genau waren. Die Maschine liefert die Arbeitstücke fast ohne Ausschuß.

[M 673] Parey

Holzbearbeitung

Betriebszahlen aus der Holzbearbeitung

Den vom Ingenieurbüro Rob. Lippmann, Hannover, herausgegebenen „Betriebswirtschaftsbriefen für die deutsche Holzbearbeitung" Nr. 1 entnehmen wir die in den Zahlentafeln 1 und 2 wiedergegebenen Angaben über Anlage- und Betriebskosten von Sägewerken. Zahlentafel 1 zeigt, daß im neuzeitlich eingerichteten Sägewerk zwar durch verbesserte Arbeitsmaschinen und vermehrte Fördermittel die Anlagekosten wesentlich höher sind, daß aber auch der Raum günstiger ausgenutzt und die Arbeitszeit erheblich verkürzt wird. Das wirkt sich auch in den Selbstkosten, Zahlentafel 2, aus. Kapitaldienst und Kraftkosten steigen beträchtlich, während die Arbeitslöhne auf einen Bruchteil der früheren sinken, so daß im ganzen schließlich doch ein erhöhter Gewinn herauskommt. Die Veröffentlichung solcher Vergleichzahlen kann aufklärend und anspornend wirken und die Wirtschaftlichkeit der Holzbetriebe fördern. Es wäre zu wünschen, daß die Verfahren zur Ermittlung solcher Vergleichzahlen verbessert und ein-

Zahlentafel 1
Anlagekosten von Sägewerken

	Anlagekosten je Gatter	Vom Gesamt-Anlagewert entfallen auf				Zeit für Herstellung von 100 m² Bretter (Fichte, Tanne 25 bis 40 cm Dmr.)
		Gebäude	Grundstück	Gatter und Nebenmaschinen	Fördermittel	
	RM	vH	vH	vH	vH	min
r Kleinsägee	40 000	40	24	30	6	900
te allgeei bekannte gverke . .	60 000	29	32	30	9	450
eitgemäße gverke . .	120 000	20	15	36	29	90

Zahlentafel 3
Zeitaufwand für 1 m² Stabparkett

	s
Entladen und Stapeln der Rohfriese	30
Förderung zu den Abrichthobelmaschinen	12
Vorsortieren der Rohfriese	24
Abrichthobeln	60
Förderung zur Parketthobelmaschine	6
Vierseitenhobeln	60
Nachsortieren der gehobelten Friese	6
Förderung zur Abkürzmaschine	6
Abkürzen und Hirnholznuten der Friese	40
Nachsortieren der fertig bearbeiteten Friese	8
Förderung zum Packtisch	4
Verpacken der Parkettstäbe	60
Förderung zum Lager	30
Stapeln im Versandlager	30
Zusammen	376

Zahlentafel 2. Jahreskosten

	Verzinsung und Abschreibungen				Betriebsmaschinen	Werkzeuge	Ausbesserungen	Feuerversicherungen	Arbeitslöhne	Arbeitsausfälle	Steuern	Gewinn
	Gebäude	Grundstück	Gatter und Nebenmaschinen	Fördermittel								
	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH
r Kleinsägewerk . .	5	2	6	3	8	3	10	2	34	8	12,5	6,5
les Sägewerk	5	2,5	10,5	2,5	11	5,5	5,5	2,5	28	5,5	17	4,5
gäßes Sägewerk . .	8	3	20	12	14	1,5	2,5	1	6	3	17	12

heitlich gestaltet werden, damit in allen Zweigen der Industrie der Blick dafür geschärft wird, wie sich Betriebsverbesserungen in den Kosten auswirken.

Die Druckschrift bringt weiter u. a. eine Zeittafel der Arbeitsvorgänge bei der Herstellung von 1 m² Stabparkett von 500/100/22 mm in fließender Fertigung, Zahlentafel 3. Da in den letzten Jahren die Parkettmaschinen keine wesentlichen Verbesserungen erfahren haben, dürften die angegebenen Bearbeitungszeiten für die meisten Werke gelten und Unterschiede im Zeitaufwand in der Hauptsache auf Stapel-, Förderzeiten u. ähnl. entfallen. Vom gesamten Zeitaufwand beansprucht die reine Maschinenarbeit 42 die Stapel- und Förderarbeit, das Sondern und Verp 57,5 vH; der Zeitaufwand für das Trocknen der Roh ist nicht miterfaßt.

Die Zahlen können über den engeren Bereich der industrie hinaus Beispiele sein, wie Betriebsverg innerhalb eines Industriezweigs an der Hand von gaben über Kosten, Zeit- und Energieverbrauch du führt werden können und einen Einblick in die Wirts lichkeit selbst eines einzelnen Arbeitsganges ermög

[N 750]

Kleine Mitteilungen

Kreiselpumpe mit zwei stromlinienförmigen Schaufeln

Die beiden Schaufeln sind an ihrer Vorderseite leicht abgerundet. Versuche im Windkanal haben ergeben, daß hierdurch gegenüber einer gleichen Form mit spitzer Vorderseite der Wirkungsgrad verbessert wird. Das Schaufelrad soll gegen feste Fremdkörper, die mit dem Wasser eindringen, besonders unempfindlich sein. Die Pumpe fördert bei 1000 Uml./min und rd. 13 m manometrischer Förderhöhe 2,27 m³/min Wasser. Zum Antrieb dient ein Gleichstrommotor von 11 PS.

Bei den Abnahmeversuchen wurde ein Wirkungsgrad der Pumpe von 74 vH erreicht. Eine Überlastung des Motors ist dadurch ausgeschlossen, daß die Pumpe sich von selbst regelt. Der Einlauf hat 113 mm l. W., das Läufergußstück ist auf der Welle aufgeschraubt. Gebaut wird die Pumpe von der Rees-Roturbo-Co., Wolverhampton (England). („Engineering“ 19. August 1927 S. 234*).

[N 762a] Sd.

Englische Vorschriften für schwere Kraftwagen

Nach der Heavy Motor Car (Amendment) Order 1927, die soeben amtlich bekanntgemacht wurde, beträgt die größte zulässige Länge eines schweren Kraftwagens rd. 8,32 m, wobei von 7,92 m Gesamtlänge an das Mitführen eines Anhängers ausgeschlossen wird. Von den Bremsen muß eine durch den Fuß betätigt werden können. Außerdem darf keine der Bremsen die Kupplung zwischen Motor und Getriebe lösen. Für Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr werden als größte Achslast 5,5 t und als Höchstgewicht 9 t festgesetzt, für alle anderen Kraftwagen dagegen, wie bisher, 8 und 12 t beibehalten. Dreiachsige Kraftwagen dürfen, wenn sie im öffentlichen Verkehr stehen, bis zu 12 t, in anderen Fällen sogar bis zu 19 t wiegen sowie eine Gesamtlänge von 9,14 m erreichen, wobei die höchsten zulässigen Achslasten für nicht öffentliche Fahrzeuge bis auf 7,5 t steigen können. Es ist bemerkenswert, daß diese Bestimmung im Gegensatz zu den deutschen Vorschriften nicht an die Verwendung von Luftreifen gebunden ist.

Die Londoner General Omnibus Co. hat in diesen Tagen ihren zweiten dreiachsigen Omnibus mit überdeckten Dachsitzen in Dienst gestellt. Der Wagen enthält nur 66 Sitzplätze gegen 68 beim ersten Wagen, und zwar 30 unten und 36 oben. Der Wagenkasten besteht aus Aluminium und Duralumin. („The Engineer“ 19. August 1927 S. 193)

[N 762 b] H.

Der neue Kreuzer „Karlsruhe“

Am 20. August ist auf der Werft der Deutschen Werke, Kiel, der Kreuzer „Karlsruhe“ vom Stapel gelaufen. Die Hauptabmessungen sind: Länge in der Wasserlinie 169 m, Breite 15,2 m, Tiefgang 5,3 m; die Verdrängung beträgt 6000 t. Das Schiff erhält neun 15 cm-Schnellfeuergeschütze in drei Drillingstürmen. Ein Turm steht auf der Back, zwei achtern, von denen der vordere überhöht ist, so daß sämtliche Geschütze nach der Breitseite schießen können. Ferner dienen vier 8,8 cm-Geschütze zur Flugzeugabwehr, und die Torpedobewaffnung besteht aus vier Drillingsrohren. Der Kreuzer hat 500 Mann Besatzung. Trotz der geringen vom Versailler Vertrag vorgeschriebenen Verdrängung haben gewichtsparende Bauweisen und der Übergang zur reinen Ölfeuerung ermöglicht, der „Karlsruhe“ höhere Gefechtswerte als der „Emden“ zu geben.

Vier Turbinen mit Rädergetriebe, von denen je zwei als Marsch- und Hauptturbinen die gleiche Welle haben, treiben das Schiff an. Außerdem sind mit den Hauptwellen kuppelbare Dieselmotoren als Marschanlage vorgesehen. Die Kesselanlage umfaßt sechs Doppelendkessel mit Ölfeuerung. Bei voller Zuladung und 14,5 Kn Fahrt b der Fahrtbereich rd. 5500 Seemeilen. Man erwarte 65 000 PS Leistung an der Welle mindestens 32 Kn Ges digkeit. [N 762 c]

Luftverkehr in Kanada 1926

Das Department of National Defense hat vor k den Bericht über den Luftverkehr der Royal Canadia Force sowie der 16 bestehenden Luftverkehrsgesellsc in Kanada veröffentlicht. Von der staatlichen Gesell der Royal Canadian Air Force, wurden in 3037 Flugs die ausgedehnten Waldungen (1152 h) überwacht, G (153 000 km²) photographisch aufgenommen und P flüge gegen Schmuggler und Indianer durchgeführt. 16 Luftverkehrsgesellschaften, die über 44 Flugzeug fügen, haben in 5860 Flugstunden rd. 629 000 km flogen, 6436 Personen befördert, rd. 54 000 km² pho phiert und rd. 57 000 km² neu erforscht. Die verwe Flugzeuge — sie sind nur mit einem Motor ausgerü sind in den Vereinigten Staaten von Amerika g Zwei in Kanada gegründete Flugzeugfabriken haben m Bau von Flugzeugen begonnen. („Engineering“ 19. A 1927 S. 240) [N 762 d]

Schwere Schnellzuglokomotive

In den Swindon-Werken der Great Western Ra sind zwanzig 2 C-Schnellzuglokomotiven im Bau, di zu den schwersten Englands gehören werden. Es Vierzylinder-Heißdampf-Lokomotiven mit einfacher I dehnung. Der Kessel ist nach der Bauart Belpair kupferner Feuerbüchse hergestellt und arbeitet mit 1 Der Dampf wird nicht wie üblich in einem Dampfdo dem Kessel, sondern in einem offenen Rohr an der hö Stelle über der Feuerbüchse gesammelt und von do Zylindern zugeführt. Für die Dampfüberhitzung die Swindon-Überhitzer. Die wasserberührte Heizfläch trägt 233 m², die Rostfläche 3,2 m². Der Rahmen i bei englischen Lokomotiven übliche Blechrahmen. Innenzylinder liegen gegenüber den äußeren weiter vorn und treiben die vordere Kuppelachse, währen Außenzylinder die mittlere Kuppelachse antreiben. Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 90 t, das Rei gewicht 68,5 t. Die Zugkraft beträgt 18 300 kg. D der Great Western übliche dreiachsige Tender faßt Kohle und 18 m³ Wasser. Eine dieser Lokomotiven vom 24. September bis 8. Oktober 1927 in Baltimo läßlich der Jahrhundertfeier ausgestellt werden. („R Age“ 6. August 1927 S. 253*) [N 762 e]

Zunahme des Anlagekapitals bei Eisenbahnen der Vereinigten Staa von Amerika

Seit dem Ende der Staatsaufsicht im Jahre 19 das in den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten an Kapital um rd. 4 Milliarden $ auf rd. 24 Milliarden stiegen; da hiervon die ausgesonderten veralteten B mittel schon abgezogen sind, ergibt sich ein Betra rd. 5 Milliarden $ für Neubeschaffungen. Die Anlage Betriebmittel sind erstaunlicherweise nur wenig verg oder vermehrt worden; die Ausgaben scheinen demn erster Linie zur Erneuerung und Verbesserung der A benutzt zu sein. Die elektrische Zugförderung konnt wegen der hohen Anlagekosten nur wenig durch zumal da man die Wirtschaftlichkeit der Dampflokom durch Verbesserung der Feuerung, Überhitzung usw. hat. Die Streckenerhaltung und -überwachung verbilligt, seitdem die Streckenabschnitte mit Motor befahren werden; dadurch konnten die Streckenabs rd. auf das Doppelte verlängert werden. („Railway 6. August 1927 S. 249) [N 762 f]

BÜCHERSCHAU

die geschichtliche Entwicklung der Wollkämmaschine d ihre technologische Arbeitsweise. Von Hans Richard olf. Berlin 1927, VDI-Verlag. 104 S. m. 95 Abb. u. Taf. Preis 4,80 *M*.

Der Verfasser hat sich mit dankenswertem Eifer der abe unterzogen, durch Studien an Ort und Stelle aus in England, Frankreich und Deutschland sehr ver- ten Angaben das Wesentliche herauszusuchen und in geschlossenen kurzen Darstellung vorzuführen. Für älteren Kammstuhlbauarten standen nur Bücher und ntschriften zur Verfügung, während durch das Ent- nkommen der bedeutendsten Fabriken in England, schland und dem Elsaß die neuesten Maschinen auf- ımen und studiert werden konnten. Von der Hand- nerei ausgehend, behandelt der Verfasser nach Schilde- der Maschinen, die die Handkämmerei nachahmen, iber 100 Seiten mit 95 vorzüglichen Abbildungen im und auf drei Tafeln in sieben Teilen zunächst das n der Kämmaschine von Cartwright und die Ma- ıen von Ramsbotham und Brown, von Raw- , von Holden, Lister, von Little und East- d, danach die Maschinen mit zwei berührenden Kamm- n und die Kämmaschinen von Collier und von le. Nach einer Besprechung der nach Opelt- ck gebauten Kämmaschine ist der umfangreichste Teil Werkes den Maschinen nach der Bauart Josua lmann gewidmet, die als die endgültige ng für das Kämmen kürzerer und mittellanger en betrachtet werden kann. In klaren Zeichnungen Teilaufnahmen zeigt der Verfasser die Entwicklung der nannschen Maschinen, der Schlumbergerschen lle von 1885, 1870 und 1883 und 1902, sowie dazwischen erschienenen Maschinen von Heilmann, ommun und Steinlen, von Meunier-Grün, usführungen O. Z. und P. L. B. der Elsässischen Ma- enbau-Gesellschaft, die Maschine von Delette- n von 1907 und von Grün, Bauart 1924.

Ein weiterer Abschnitt ist der Kämmaschine von ner und der von Morel gewidmet. Ein Rückblick ie verschiedenen Anordnungen folgt; ihm ist ein über- licher schematischer Stammbaum beigegeben.

Zum Schluß folgt die Darstellung einer Reihe von Ver- n über die Arbeitsweise der P. L. B.-Maschine der sischen Maschinenbau-Gesellschaft mit sehr wertvollen nissen. Alles in allem ein gutes Werk, das den Fach- sen und sonstigen Lesern nur angelegentlich empfohlen n kann. [E 447] Prof. Flemming

lmaschinen, ihre Konstruktion und Berechnung. Von l Beckers. Berlin 1927, M. Krayn. 283 S. m. Abb. Preis 17 *M*.

Der Verfasser hat in dem vorliegenden Werk seine wäh- einer 25jährigen Tätigkeit gemachten Erfahrungen in einer Sammlung von Beispielen niedergelegt. Vor- eise werden Spinnereimaschinen, Webstühle und die gehörenden Hilfsmaschinen behandelt. Beckers ist ıbt, die gesetzmäßigen Zusammenhänge einzelner tex- nischer Vorgänge aufzudecken und der Rechnung zu- ich zu machen. Mit Recht hebt er hervor, daß es möglich ist, alle Umstände, die bei der Gestaltung extilmaschinenelemente berücksichtigt werden müssen, ne Formel zu fassen. Die Rechnung schaltet die Er- ng nicht aus. Erfahrung muß die Grundlage jeder hnung sein.

In einem allgemeinen Teil werden u. a. die Ausbil- möglichkeiten des Textiltechnikers, die einfachsten ischen Grundbegriffe und die bekanntesten textilen Ge- besprochen. Die Beispielsammlung ist in vier Kapitel: hnung von Getriebeteilen, kritische Untersuchung von nismen, verschiedene Beispiele, Elektrizität und e, gegliedert.

Die leicht faßliche Behandlung des Stoffes macht das vor allem dem in der Ausbildung befindlichen Textil- ker und dem theoretisch weniger geschulten Praktiker oll. [E 655]

sdorf Walter Krumme

Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffinerien. Von Karl Schiebl. Magdeburg 1927, Schallehn & lbrück. 175 S. m. 207 Abb. Preis 12 *M*.

em in der Praxis stehenden Zuckerfabrikchemiker s oft schwer, sich aus der zerstreuten und reichhal- Literatur das herauszusuchen, was für ihn gerade von lerer Wichtigkeit ist. Es ist daher zu begrüßen, daß der Verfasser es unternommen hat, alles die Maschinen- technik der Zuckerfabriken und Raffinerien Betreffende in Buchform in klarer, übersichtlicher Weise zusammenzu- stellen, so daß auch der einfachere Leser in die Lage ver- setzt wird, sich über alles Wissenswerte auf diesem Gebiet schnell zu orientieren. Das gesamte Werk zerfällt in meh- rere Teile, von denen der erste vor kurzem erschienen ist. Dieser erste Teil befaßt sich mit dem Fördern fester, flüs- siger und gasförmiger Stoffe, die in der Rübenzucker- fabrikation vorkommen, ferner mit dem Verladen der Stoffe und den dazu nötigen Einrichtungen. Im letzten Abschnitt werden die Rohrleitungen und ihre Widerstände be- rechnet. Es ist dem Verfasser hoch anzurechnen, daß er sich streng an die Praxis gehalten und alle un- sicheren Theorien beiseite gestellt hat. Die Anschaulich- keit der Darstellungsweise wird durch zahlreiche Zeich- nungen, Schaulinien und Abbildungen unterstützt. Wenn es dem Verfasser gelingen sollte, die übrigen Teile in derselben verständlichen Weise zu schildern, so wäre dies im Sinne der deutschen Zuckertechnik sehr zu begrüßen. Es ist zu erwarten, daß das ge- samte Werk dem in der Praxis stehenden Techniker und den Studierenden manche Anregung geben wird.

[E 638] Dr. O. Spengler

Abwärmeverwertung zur Heizung und Krafterzeugung. Von Hans Balcke. Berlin 1926, VDI-Verlag. 208 S. mit 68 Abb. Preis 4,80 *M*.

Die Möglichkeiten der Verwertung der in industriellen Betrieben anfallenden Abwärmemengen werden in dem kleinen Buch ausführlich besprochen. In den beiden ersten Abschnitten werden die einzelnen Abwärmequellen aufge- zählt und Richtlinien zu ihrer Verwertung aufgestellt. Für viele Beispiele aus der Praxis werden die durch Abwärme- verwertung erzielbaren Ersparnisse rechnerisch nachgewie- sen. Im dritten bis fünften Abschnitt behandelt der Ver- fasser sodann die eigentlichen Abwärmeverwerter, und zwar unterscheidet er Wärmeaustauscher, Wärmespeicher und Wärmeleitungen. Namentlich die Wärmeaustauscher, zu denen in erster Linie Abdampf- und Abgasvorwärmer zählen, werden sehr eingehend besprochen, während die anderen Abschnitte der Bedeutung der Speicherung und der Fernleitung in der neuzeitlichen Technik vielleicht nicht ganz gerecht werden. Der letzte Abschnitt beschäftigt sich mit der für die Abwärmeverwertung sehr wichtigen Wärme- schutztechnik. Ein ausführliches Sachverzeichnis ergänzt das handliche und gut ausgestattete Buch, das jedem Be- triebsleiter als wertvolles Nachschlagebuch empfohlen werden kann. [E 747] Pt.

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Von Clarence Feldmann. 4. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 554 S. m. 485 Abb. Preis 38 *M*.

Die vorliegende 4. Auflage ist stark umgearbeitet wor- den; sie unterscheidet sich insofern besonders von den vor- hergehenden, als jetzt Gleichstrom und Wechselstrom ge- trennt behandelt werden, während früher der Gleichstrom als Sonderfall des Wechselstromes betrachtet wurde. Das Buch befaßt sich in umfassender Weise mit den verschiede- nen Arten von Leitungen und den mannigfachen Einflüssen, denen sie unterliegen und die beim Entwurf zu berück- sichtigen sind; die zeichnerischen und rechnerischen Ver- fahren der Berechnung der Leitungen werden eingehend er- läutert. Dabei hat auch die wirtschaftliche Seite der Ent- würfe Berücksichtigung gefunden. [E 634] Pa.

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und Karl Scheel. 2. Bd.: Elementare Einheiten und ihre Messung. Red. von Karl Scheel. Berlin 1926, Julius Springer. 522 S. m. 297 Abb. Preis 42 *M*.

Der vorliegende zweite Band des Handbuches der Physik enthält eine Fülle des für den Ingenieur Wichtigen und Wissenswerten. Im einleitenden Kapitel stellt Wallot die Lehre von den Dimensionen, Einheiten und Maßsystemen logisch und gründlich dar. Er kommt zu dem Ergebnis, daß keine internationale Einigung auf ein Maßsystem zu erhoffen sei, daß aber die Maßsysteme überhaupt für Theo- retiker und Praktiker entbehrlich seien. Im zweiten und dritten Kapitel behandelt Göpel meisterhaft, gestützt auf vorzügliche Abbildungen, die Längen- und Winkelmessung. Dann werden etwas kurz die Wagen und Wägungen von Felgentraeger, ebenfalls kurz, aber vorbildlich klar Raummessung und spezifisches Gewicht von Scheel er- örtert. Das Mittel- und Herzstück des Bandes bildet das

nahezu 120 Seiten umfassende sechste Kapitel „Zeitmessung". Drei Verfasser: Schmundt, v. Niesiolowski-Gawin und Cranz haben sich den Stoff geteilt; ihre Beiträge greifen ineinander wie die Räder einer Uhr; sie behandeln: Allgemeines über Zeitmessung, Uhren, Messung kleiner Zeitabschnitte, Zeitaufzeichnung. v. Niesiolowski-Gawin hat auch Kapitel 7 „Geschwindigkeitsmessung" bearbeitet. Hier findet man von S. 296 an die Staurohre, Stauscheiben, hydrometrischen Flügel behandelt, vermißt aber den Hinweis auf den von Erk verfaßten kurzen Abschnitt „Dynamische Volumenmessung" (S. 153 ff.), worin die Düsen, Stauränder und dergleichen gekennzeichnet sind. Bei der Behandlung des Hitzdrahtanemometers (S. 311) wäre ein Hinweis auf die Angaben in Bd. 11 S. 148 erwünscht gewesen, da dort auch auf die Geschichte dieses Meßgerätes eingegangen ist. Ein sehr ausführliches und gutes Kapitel „Erzeugung und Messung von Drücken" ist von Ebert verfaßt und durch einen Abschnitt über die Messung sehr hoher Drücke von Cranz ergänzt. Eberts Beitrag zeichnet sich durch gute Abbildungen aus; nur die altmodische Abb. 28 hätte er durch eine neuere Darstellung ersetzen sollen. Die Erzeugung niedriger Drücke ist besonders eingehend erörtert; die Kolbenkompressoren zur Erzeugung hoher Drücke sind demgegenüber ein wenig zu kurz gekommen. Die meßtechnischen Kapitel werden abgeschlossen durch das von Berroth über Schweremessungen. Ein inhaltsreiches und vorzügliches Schlußkapitel über allgemeine physikalische Konstanten, verfaßt von Henning und Jaeger, leitet zu den zusammengesetzten Einheiten über.

Die vorstehende kurze Inhaltsübersicht spricht wohl für sich und empfiehlt das Studium dieses Bandes jedem Fachgenossen, der sich für die Grundlagen aller messenden Physik und Technik interessiert.

[E 527] Max Jakob

Geologische Untersuchung des kohlenführenden Tertiärs Antioquias im westlichen Teil der Zentralkordillere Kolumbiens. Von Emil Grosse. Berlin 1926, Dietrich Reimer. 360 S. m. 105 Abb. u. 16 Taf. Preis 120 *M.*

Die höchst eingehende geologische Durcharbeitung des Gebiets (Vermessung und Kartierung) erfolgte durch eine geologische Kommission unter Leitung des Verfassers. Die Erläuterung der Abhandlung durch ausgezeichnete Karten, Querschnitte und photographische Aufnahmen des Geländes ermöglicht es, sich von den geologischen Verhältnissen und den bergbaulichen Aussichten ein anschauliches Bild zu machen.

Das kohlenführende Tertiär ist wahrscheinlich Alttertiär. Das Grundgebirge besteht vorwiegend aus sehr alten Formationen (zum Teil älter als Kambrium). Die Kohlenformation tritt zum Teil in drei Stufen auf. Die mittlere enthält 4 bis 10 bauwürdige Braunkohlenflöze von 0,7 bis 5 m Mächtigkeit. Sie ist meist stark zu Sätteln und Mulden gefaltet und schuppenförmig überschoben. Nach Ablagerung der Kohlenflöze sind in manchen Gebieten glutflüssige Massen eingedrungen, durch die eine Veredlung der Flöze eingetreten ist. Die normale Kohle gehört den subbituminösen Steinkohlen der Nordamerikaner an; sie ist der oberbayerischen Pechkohle vergleichbar. Diese Kohle ist nicht verkokbar. Die Schwelteere sind fest. Im Abbau ergibt sich viel Stückkohle.

Die Arbeit ist ein Schulbeispiel dafür, welch wer[tvolle] Ergebnisse von wissenschaftlicher und praktischer B[edeu]tung sich durch verständnisvolle Zusammenarbeit von [Auf]traggebern und Fachleuten zwischen befreundeten Nat[ionen] erreichen lassen.

[E 333] Dr.-Ing. Erich Sei[...]

Proceedings of the International conference on bitum[inous] coal. November 15/18, 1926. Pittsburgh. Pa., 1927, Car[negie] Institute of Technology. 830 S. m. zahlr. Abb.

Die internationale Pittsburgher Konferenz über bi[tumi]nöse Kohle war die erste dieser Art. Ueber 1700 Ver[treter] von dreizehn verschiedenen Staaten nahmen an ihr [teil.] Der Erfolg war so ermutigend, daß ein zweiter inter[natio]naler Kongreß über dieselbe Frage im November 1928 [vor]gesehen ist. In dem vorliegenden Band wird über [die] Vorträge der ersten Konferenz berichtet, die vom 15[.] 18. November 1926 unter dem Vorsitz des Präsidente[n des] Carnegie Institute of Technology, Thomas S. Baker, [statt]fand. Den einzelnen Vortragsberichten folgen die jewei[ligen] Aussprachen. Zahlreiche Abbildungen und Schaul[inien] sowie eine beigegebene Karte über die Lage [der] Kohlenfelder der Vereinigten Staaten, unterstützen das [Ver]ständnis der Berichte. [E 636] K[...]

Schweißen, Schneiden und Metallspritzen mittels Acet[ylen]. Von J. H. Vogel. Halle a. d. S. 1927, Carl Mar[hold.] 129 S. m. 98 Abb. Preis 4,50 *M.*

Einführung in die theoretische Aerodynamik. Von C. E[ber]hardt. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 1[...] m. 118 Abb. Preis 9,50 *M.*

Verkehrstechnische Bücherei 5. Bd.: **Übersicht über [den] Waggonbau.** Von Ernst Kreissig. 2. Aufl. Le[ipzig] 1927, Bruno Volger. 117 S. m. 160 Abb. Preis 10 *M*

Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-Wes[tfäli]schen Städtebahn. Von G. Kemmann. Essen [...] Rheinisch-Westfälische Schnellbahn. 137 S. m. 11 [...] Preis 25 *M.*

Copper. Von N. E. Crump. London 1925, William [...] and Son. Ltd. 246 S. Preis 12 sh 6 d.

Die Bergwerke und Salinen im niederrheinisch-westfälis[chen] Bergbaubezirk 1926. Bearbeitet vom Verein für die [berg]baulichen Interessen. Essen 1927, G. D. Baedeker. 1[...] Preis 3 *M.*

Das Reichspatentamt 1877—1927. Rückblick auf sein [Wer]den und Wirken. Herausgeg. vom Reichspatentamt. [Ber]lin 1927, Carl Heymann. 129 S. Preis 9 *M.*

Techniker und Juristen. Erinnerungen und Betrachtu[ngen.] Dem Reichspatentamt zum 50jähr. Jubiläum von ehe[mali]gen Mitgliedern. Berlin 1927, Carl Heymann. 1[...] Preis 5 *M.*

Abhandlungen zum Arbeitsgebiet des Reichspatentamts. [Fest]gabe zur Feier des 50jähr. Bestehens des Reichspatenta[mts.] Herausgeg. von Hermann Isay. Berlin 1927, Carl [Hey]mann. 224 S. Preis 15 *M.*

Hamburger Schriften zur Wirtschafts- und Sozialpo[litik] 1. H.: **Die Industrialisierung der Stadt Harburg.** [Von] Otto Bödecker. Rostock 1927, Carl Hinstorff. 3[...] Preis 10 *M.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
71 SONNABEND, 10. SEPTEMBER 1927 NR. 37

Technische Fragen im Lichte des Rechts

Von Prof. Dr.-Ing. Richard Baumann und Staatsanwalt A. Süskind, Stuttgart

In vielen Streitfällen wiederholen sich technische Fragen mit ausschlaggebenden rechtlichen Folgen. Dies kann zu Entscheidungen führen, die nicht befriedigen, weil der Richter die Tragweite der Ausführungen des technischen Sachverständigen nicht überblickt und dieser die Denkweise des Richters nicht voraussehen kann. Für drei wichtige derartige Fragen wird Abhilfe für diesen mißlichen Zustand angebahnt.

as Recht ist, wie die Sitte und die Sprache, nichts Absolutes, Feststehendes, Totes, sondern etwas Lebendiges, in steter Entwicklung Begriffenes. ·sprünglichen Verhältnissen geht das Recht aus der hervor, die als allgemein verbindliche Norm an- int wird und das Tun und Lassen jedes Einzelnen nmt und beherrscht. Mit fortschreitender Kultur mit der Entwicklung des Staatslebens tritt an die der aus der Sitte hervorgegangenen Rechtsgewohn- nehr und mehr das Gesetzesrecht. Aber auch dieses etzten Endes keine willkürlich gesetzte Rechts- ing, sondern entspricht der allgemeinen Über- ing von dem, was richtig, recht und damit Rech- ist.

iesetze entspringen nur selten der Willkür ein- r: auch der Gesetzgeber ist an die Rechtsüber- ing des Volkes gebunden, er schöpft aus ihr und nur in Worte, was schon vorher bewußt oder vußt von der Mehrzahl als Recht empfunden wor- st. So ist jedes Gesetz ein Kind seiner Zeit, ein rschlag der zur Zeit seiner Erlassung herrschenden süberzeugung, in der Regel auch entscheidend be- ßt durch die wirtschaftlichen Anschauungen und iltnisse, die zur Zeit seiner Entstehung maßgebend n. Während aber der Buchstabe des Gesetzes starr inverändert ist, solange das Gesetz besteht, bleibt Rechtsentwicklung unausgesetzt im Fluß. Handel Wandel, Wirtschaft und Verkehr bringen in chöpflicher Fülle neue Möglichkeiten hervor, an die esetzgeber weder dachte noch denken konnte.

en Wortlaut des Gesetzes so zu fassen, daß es für Streitfall paßt, für jede möglicherweise auftretende von vornherein eine klare und zweifelsfreie Ent- lung enthält, dazu ist auch der sorgfältigste und sinnigste Gesetzgeber niemals imstande. So ergibt mmer wieder aufs neue das Bedürfnis, die Gesetze eränderten Lebensverhältnissen anzupassen. Wann vie oft dies geschieht, hängt oft von äußerlichen ufälligen Umständen ab. Die Klagen über ver- den Anforderungen nicht mehr entsprechende Ge- sind vielleicht ebenso häufig wie die entgegen- ten über das überstürzte Arbeiten der Gesetz- gsmaschine, über die kaum mehr übersehbare Flut ie allzu rasche Abänderung der Gesetze.

ber Recht und Gesetz sind nicht dasselbe. Soweit esetz sich als lückenhaft oder sonst unzulänglich st, muß der Richter mit praktischem Blick für die rungen des Wirtschaftslebens dem Gesetzgeber hel- ind ergänzend zur Seite treten. Der Verkehr und eben können nicht warten, bis der Staat die Klinke esetzgebung handhabt, die vor Gericht stehenden en wollen die Entscheidung *ihres* Streites; und ht der Richter sich nicht selten vor die Aufgabe t, die gesetzgeberischen Absichten innerhalb der en der Gesetze organisch fortzuentwickeln und sie eränderten Wirtschaftsverhältnissen und Lebensbedürfnissen anzupassen[1]. Diese Aufgabe erfordert neben dem berufsmäßigen Rüstzeug des Juristen oft ein erhebliches Maß von Verständnis für die Bedürfnisse und das Empfinden der beteiligten Berufs- und Erwerbskreise.

Besonders die sprunghafte Entwicklung auf allen Gebieten der Technik zeitigt eine Fülle von Rechtstreitigkeiten, für deren sachliche Entscheidung ein gewisses Maß von technischem Wissen und Verständnis, zum mindesten eine Fähigkeit zum Einfühlen in technische Dinge erforderlich ist, die dem Rechtskundigen vielfach fehlt; dieser Mangel kann auch durch die Beiziehung des sach- und geschäftskundigen Gutachters nicht immer ausgeglichen werden. Hieraus erklärt sich auch die immer dringlicher erhobene Forderung nach Sondergerichten, von denen man erwartet, daß sie auf Grund besonderer Vorbildung ihrer Richter und infolge fortgesetzter Beschäftigung mit dem ihnen übertragenen Sondergebiet über die nötigen Erfahrungen und Kenntnisse in weit höherem Maß als die ordentlichen Gerichte verfügen; freilich drohen dabei der Einheitlichkeit der Rechtsprechung und damit der Rechtsicherheit Gefahren, die vielfach nicht erkannt oder bewußt in den Kauf genommen werden. Hier wird zu entscheiden sein, was leichter zu ersetzen wäre, das rechtliche oder das technische Einfühlen; wahrscheinlich das letztere.

Wie nämlich auf der einen Seite die „Weltfremdheit des Juristen" beklagt wird, so macht man anderseits dem Techniker, selbst dem regelmäßig bei Gericht tätigen Sachverständigen, oft nicht ohne Grund, mangelndes Interesse und Verständnis für die Aufgaben zum Vorwurf, die ihm als dem „Gehilfen des Richters" zufallen. Soll in diesen Zuständen Besserung eintreten, so muß vor allem der Techniker sich die Mühe nehmen, grundlegende Fragen so eingehend zu behandeln, daß dem Fachgenossen die rechtliche Seite, dem Rechtskundigen die technische Seite ausreichend klargelegt wird. In dieser Richtung ist bis jetzt wenig geschehen; erwähnt sei z. B. die von Bach herausgearbeitete Bestimmung des Begriffs „Explosion"[2], die für die Versicherungen maßgebend geworden ist. Die folgenden Ausführungen sollen einige Fragen behandeln, deren Erörterung in Rechtsfällen, die technische Dinge zum Gegenstand haben, regelmäßig wiederkehrt und deren Beantwortung für die Entscheidung meist von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Der Begriff des Konstruktionsfehlers

Er ist von Bedeutung in erster Linie im Hinblick auf die Gewährleistung für Sachmängel bei Kauf und Lieferung von Maschinen aller Art. Die allgemeinen Lieferbedingungen der großen Herstellerverbände enthalten regelmäßig die Bestimmung, daß der Lieferer für alle gelieferten Maschinen, Apparate und Anlagen eine Gewähr in der Art übernimmt, daß Teile, die inner-

[1] „Rechtsschöpferische Aufgaben des Richters" von Reichsgerichtsrat Czolbe, Deutsche Richterzeitung 1924 Nr. 1; ein Teil der vorstehenden Ausführungen ist dieser Arbeit entnommen.

[2] Z. Bd. 55 (1911) S. 1663.

Abb. 1
Beziehung zwischen berechneter Beanspruchung und Zahl der Lastwechsel bis zum Bruch

halb 6 Monaten (bei Tag- und Nachtbetrieb innerhalb 3 Monaten) nachweislich infolge schlechter Baustoffe, fehlerhafter Bauart oder mangelhafter Ausführung unbrauchbar oder schadhaft werden, von ihm baldmöglichst nach seiner Wahl auf seine Kosten ausgebessert oder unentgeltlich ersetzt werden.

Der Begriff des Konstruktionsfehlers spielt aber namentlich auch auf dem Gebiete der Maschinenversicherung eine Rolle. Nach den üblichen Vertragsbedingungen übernimmt die Versicherung den Ersatz „für Schäden, die an den versicherten Maschinen usw. infolge von Guß-, Material- und Konstruktionsfehlern entstehen", soweit nicht der Lieferer gesetzlich oder vertragsmäßig für diese Schäden haftet. Ob ein Konstruktionsfehler vorliegt, ist ferner vielfach auch auf strafrechtlichem Gebiete wichtig.

Im Strafverfahren ist die richterliche Entscheidung meist verhältnismäßig einfach, weil der Richter regelmäßig nur darüber zu befinden hat, ob das betreffende Stück dem Stande der Wissenschaft und Technik zur Zeit der Anfertigung entsprochen hat. Soweit behördliche Vorschriften bestehen — wie für Dampfkessel und Aufzüge — wird der Nachweis, daß diesen Vorschriften genügt ist, in der Regel die Annahme einer Fahrlässigkeit und damit die strafrechtliche Verantwortung des Herstellers ausschließen. Im Zivilprozeß dagegen kommt den behördlichen Vorschriften diese maßgebende Bedeutung durchaus nicht zu, obwohl dies nicht selten angenommen wird. Die erwähnten Vorschriften haben ihren Grund in der vermuteten besonderen Gefährlichkeit der betreffenden Anlagen, und sie bezwecken in erster Linie, durch bestimmte Vorschriften, die die erforderliche Betriebsicherheit gewährleisten sollen, die Gefahr von Unfällen einzuschränken. Der Nachweis, daß diesen Vorschriften genügt ist, schließt aber die Möglichkeit von Konstruktionsfehlern noch nicht aus.

Zunächst gilt es, festzustellen: was ist Konstruktion? Die an sich erfreuliche und berechtigte Neigung zum Verdeutschen hat hier manche Unklarheit geschaffen. Das übliche Wort „Bauart" bedeutet nämlich wesentlich weniger als „Konstruktion". Bei genauer Betrachtung ist Bauart nur die kennzeichnende Anordnung einer Einrichtung in großen Zügen, während die Konstruktion im weitesten Sinn die Ausbildung aller Einzelheiten, einschließlich der Formgebung, auch der kleinen Teile, die Bestimmung der Abmessungen, zugelassenen Beanspruchungen, die Herstellung, Bearbeitung, Materialwahl, den Zusammenbau usw. einschließt. Dies sind grundlegende Unterschiede. So haben z. B. viele Flammrohrkessel gleiche Bauart, obgleich jeder einzelne von ihnen seine besondere Konstruktion haben kann. Um Mißverständnissen vorzubeugen, soweit das überhaupt bei solchen Dingen möglich ist, sei jedoch betont, daß vielfach auch noch weitere Gesichtspunkte hereinspielen können.

Angenommen, ein gewisses Stück könne aus Gußeisen oder Stahl hergestellt werden. Die richtige, d. h. die die erforderliche Widerstandfähigkeit liefernde Wanddicke kann dann bei Ausführung in Guß je nach der gewählten Form, der gewählten Gußeisenart, der ausführenden Gießerei, dem gewählten Gießverfahren in weiten Grenzen verschieden sein. So kann ein Kons tionsfehler begangen werden durch zu kleine wie zu große Wanddicke, je nachdem, wie die Dinge l Maßgebend ist eben, ob von dem fertigen Stück den Verhältnissen, die obgewaltet haben, diejenige V standfähigkeit mit Zuverlässigkeit erwartet w konnte, die beim späteren ordnungsmäßigen Betriel wendig war. Ebenso kommen bei der Ausführu Stahl die Art der Herstellung und die Einflüs Frage, die durch verschiedene Behandlung bei de zelnen zur Fertigstellung notwendigen Arbeitsvorg auf die Widerstandfähigkeit des fertigen Erzeug ausgeübt werden können. In sehr weiten Grenze hierbei die Gepflogenheiten, Erfahrungen, Einricht usw. des Herstellers von Einfluß. Es sei nur daran erinnert, daß die Güte von Schweißunger damit natürlich auch die Zulässigkeit ihrer Anwe in weitesten Grenzen schwanken kann.

Bei Beurteilung und Bewertung einer „Konstru müssen hiernach die berührten Umstände stets in v Umfange berücksichtigt werden. Keine Konstr kann nämlich unabhängig von diesen Umstände fehlerhaft oder fehlerfrei bezeichnet werden, es sei daß es sich um ganz grobe Verstöße handle. Die l ob unter diesen Umständen der Begriff des „Kon tionsfehlers" mit seiner weitgehenden Unsicherhei geeignete Grundlage für Vertrag und Urteil sein sei an dieser Stelle nur angedeutet[3]).

Der Begriff der Ermüdung

In Fällen von Maschinenbrüchen begegnet ma Sachverständigen-Gutachten vielfach der Wendun Schaden sei auf Ermüdung des Baustoffes zur führen, diese aber sei eine Folge des Betriebs. letzterem Grunde wird der Schadenersatzanspruch den Lieferer abgelehnt. Bei genauer technische juristischer Betrachtung liegen auch hier die Ding verwickelt. Die Belastung, unter der der Bruch Maschinenteils usw. erfolgt, ist nämlich auch für und denselben Werkstoff keine feststehende Größe dern davon abhängig, ob, wie oft und in welchen zen die Beanspruchung wechselt. Zur Verdeutli sei Abb. 1 angeführt. Sie bezieht sich auf ein l blech, für das sich bei stetiger Steigerung de anspruchung ergaben:

Streckgrenze rd. 2100
Zugfestigkeit rd. 3570
Bruchdehnung (Zähigkeitsmaß) 29

Mit Stäben aus diesem Blech wurden Biegeve angestellt, bei denen die Beanspruchung d wechselte. Betrug auf Grund der üblichen Rechnu höchste Beanspruchung ± 3248 kg/cm², so war 7900 Wiederholung des Kraftwechsels nötig, um den zu erzeugen. Eine Beanspruchung von 2835 mußte schon 19 400 mal wiederholt werden, um zu bewirken. Eine rechnungsmäßig größte Spa von 2436 kg/cm² konnte die Probe 113 000 mal ert

[3]) Dabei ist im Auge zu behalten, daß der Inhalt der fo Darlegungen z. T. an dieser Stelle schon heranzuziehen gewes z. B. hinsichtlich der Frage, ob ein Konstruktionsfehler vorlie die auftretende Beanspruchung das zulässige Maß überschrei

Belastung an der Streckgrenze führt nach rd. 390 000 derholungen zum Bruch. Soll der Lastwechsel igstens 5,38 millionenmal ertragen werden, so darf Rechnung nicht mehr als 1773 kg/cm² Belastung rn. Damit in absehbarer Zeit überhaupt kein Bruch andekommt, muß die Beanspruchung weniger als kg/cm² betragen.

Umgekehrt kann auch abgelesen werden, daß der h nach 2,89 Millionen Lastwechseln erfolgt, wenn die nungsmäßige Höchstspannung 1945 kg/cm² beträgt. Hierdurch bestätigt sich die bekannte Erfahrung, z. B. ein Draht, der so zäh ist, daß er beim ersten en nicht bricht, durch ausreichend häufiges Hin- und iegen zerstört werden kann. Aus Abb. 1 folgt, daß jeder hohen Beanspruchung, wobei die Höhe von stoff und Art der Beanspruchung, insbesondere von Art, wie der Lastwechsel stattfindet, von den oberen unteren Grenzen der Beanspruchung abhängt, die erstandfähigkeit bei einer gewissen Lastwechsel- erschöpft ist. Ebenso scheint für jeden Fall eine zbeanspruchung (Asymptote der Linie) zu be- n, für die der Bruch erst nach sehr hoher Zahl Wiederholungen erfolgt.

Daß für diesen Vorgang die Bezeichnung der „Er- ıng“ unglücklich gewählt ist (sie stammt aus dem and[4]), leuchtet ein, ganz abgesehen davon, daß ig die trügerische Hoffnung besteht und vertreten , der Baustoff werde sich durch Ruhe wieder len. In Wirklichkeit handelt es sich ganz einfach m, daß im Betrieb, d. h. bei der bestimmungsmäßigen vendung des Gegenstandes die Beanspruchung größer als die, welche gemäß Abb. 1 für die vorliegende der Inanspruchnahme so oft ohne Schaden ertragen en konnte, wie bei der Art des Gegenstandes vom er hätte erwartet werden dürfen. (Anders liegt der wenn ordnungswidrige Benutzung vorliegt.) Hier- olgt auch, daß die Lebensdauer (anders ausgedrückt, ahl der Beanspruchungswechsel vor dem Unbrauch- erden) von der Art des Gegenstandes abhängt. Man billigerweise von einem Flugzeug und seinen n nur weit geringere Lebensdauer verlangen, als einem Dampfkessel oder seinen Teilen, von einer am laufenden Maschine mehr als von einer rasch- nden usw.

Sehr bedenklich scheint die in Versicherungsver- n übliche Festsetzung, wonach Schäden, die durch Betrieb“ entstanden sind, von der Entschädigung schlossen werden. Denn eine Maschine, die nicht trieb genommen wird, kann, von ganz seltenen Aus- efällen abgesehen, keinen Schaden erfahren[5]). Viel- scheint es richtig, die Fälle auszuschalten, wo un- gemäß geführter Betrieb den Schaden verursacht In gleichem Sinne hat (vergl. Abb. 1) an Stelle der en Bezeichnung „Ermüdung“ die Bezeichnung eranstrengung“ zu treten.

Der Begriff der zulässigen Beanspruchung

Daß die zulässige Beanspruchung auch für einen enen Baustoff keine unabhängige Größe ist, ergibt schon daraus, daß nachgewiesen wurde, daß die der zulässigen Beanspruchung von der verlangten nsdauer abhängt. Im Maschinenbau haben sich , weil die Verhältnisse so verwickelt sind, für ge- Konstruktionsteile und Baustoffe übliche Werte ugelassenen Beanspruchung herausgebildet, damit Konstrukteur wenigstens ein Anhalt gegeben . Für mittlere Verhältnisse, und für diese sind Werte aufgestellt, können die Werte als dem „Stande Vissenschaft und Technik“ entsprechend angesehen n; ebenso sind behördliche Vorschriften usw. zu ten.

eider ist die Frage, ob es sich in einem gegebenen um mittlere Verhältnisse handelt, manchmal recht r zu entscheiden. Die zulässige Beanspruchung nämlich auch weitgehend beeinflußt durch die Behandlung des Baustoffs im Laufe der Herstellungszeit, und zwar nach der günstigen, wie nach der ungünstigen Seite hin, ferner in sehr weitgehendem Maß bedingt durch die Herstellung und Form der einzelnen Teile. Daß in diesem Sinne durch ungeeignete Bearbeitung auch die Form zum Konstruktionsfehler führen kann, wurde oben erwähnt.

In gleicher Weise ist aber auch das für die Berechnung der Beanspruchung gewählte Verfahren von Einfluß. Seit vielen Jahren ist z. B. bekannt, daß im Grunde scharfer Kerben, Gewinde, Absätze an verschieden dicken Wellen usw. viel höhere Beanspruchungen eintreten, als die übliche Berechnungsart ergibt. Deshalb vermeiden vorsichtige Konstrukteure solche Ecken. Ist dies nicht möglich, so wählen sie die zugelassene Beanspruchung entsprechend kleiner, z. B. mit ⅓ derjenigen Beanspruchung, die ohne solche Ecken als üblich bezeichnet wird.

In einer solchen scharfen Ecke trete z. B. eine dreimal so hohe Beanspruchung als sonst auf. Betrug, um beim Beispiel zu bleiben, die übliche Beanspruchung 1000 kg/cm², so wird nach Abb. 1 (diese als hierher passend vorausgesetzt) bei der Abszisse $3 \times 1000 =$ 3000 kg/cm² eine Zerstörung des Konstruktionsteils nach rd. 14 000 Lastwechseln zu erwarten sein. Ganz ähnlich liegen die Dinge, wenn z. B. bei einem Kesselboden der Krempenhalbmesser klein gewählt worden ist. Infolge der scharfen Krümmung treten dann örtlich, etwa in der Mitte der Krempe, viel höhere Beanspruchungen auf als vielfach erwartet wird. Die Folge ist dann geringere Lebensdauer usw., wie oben besprochen.

Verschärft werden solche Fälle durch Preßfehler u. dergl.[6]). Selbstverständlich erfolgt der Bruch erst nach einiger Betriebzeit, d. h. nachdem durch ausreichend häufige Schwankungen von Temperatur und Druck Formänderungen im Kesselboden und in den anderen Kesselteilen eingetreten und dadurch Beanspruchungen aufgetreten sind, die man nach Abb. 1 zu beurteilen hat. Zu erwägen wäre vorwiegend die Frage, welche Betriebsdauer ohne Schaden man verlangen soll, und die Stellung dieser Frage läßt, wenn keine Vereinbarungen vorliegen, in Streitfällen in der Regel den Weg des Vergleichs als den einzig möglichen erscheinen. Daß aber mit Bezug auf den Betrieb des Kessels und die Baustoffermüdung keine befriedigende Lösung des Streitfalls möglich ist, wie meist erwartet wird, folgt aus dem Vorstehenden.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn z. B. beim Betrieb des Kessels außergewöhnlich große Temperatur- und Druckschwankungen und infolgedessen außergewöhnlich große Beanspruchungen auftraten. Dann aber wäre der unsachgemäß geführte Betrieb, nicht der Betrieb als solcher die Ursache des Schadens.

Nicht selten wird die Frage erörtert, ob ein Versicherungsfall zur Entschädigung führe, wenn bei Abschluß des Versicherungsvertrags die Erklärungen und Anschauungen, die erst später beim Schadenfall als maßgebend erkannt worden sind, nicht bekannt waren oder wenn ein Schaden eintritt, an den man beim Vertragsabschluß nicht gedacht hatte. Hierzu ist zu bemerken, daß der Versicherungsnehmer Schäden, die er voraussieht, zum eigenen Vorteil rechtzeitig abhelfen wird, und daß er die Versicherung gerade für unvorhergesehene Fälle abschließt; für Straffälle ist das Erforderliche bereits bemerkt.

Im Vorstehenden sind zunächst drei Gegenstände behandelt, die in sehr vielen Streitfällen für die Entscheidung von ausschlaggebender Bedeutung sind. Die Verfasser hoffen damit, fehlende Unterlagen für die sachliche Entscheidung von Streitfällen zur Verfügung gestellt und Möglichkeiten zur Verhütung von Streitfällen angedeutet zu haben. Jede Vermeidung von unnötiger Arbeit und Verärgerung bedeutet einen Beitrag zum wirtschaftlichen Aufbau. [B 726]

Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1924 Nr. 8.

Glasharte Stahlteile, Stücke mit Gußspannungen, zu hart gezogene teile usw. können allerdings durch Zeit und Witterung gesprengt , stillstehende Maschinen können verrosten, zerfrieren usw.; llen diese Fälle nicht gemeint sein.

6) Vergl. Abb. 10 des in der Zeitschrift „Die Wärme“ (Nr. 32 d. J.) erschienenen Vortrages „Kesselschäden und ihre Ursachen“. Nach Ober-ing. E. Höhn, Zürich, sind innerhalb 4 bis 6 Jahren in wenigen Ländern des europäischen Kontinents weit über 300 Kesselböden wegen angebrochener Krempen auszuwechseln gewesen!

Weltkraftkonferenz Basel 1926

Wirtschaftliche Beziehungen zwischen hydraulisch erzeugbarer und thermisch erzeugbarer elektrischer Energie[1])

Abteilung C der Tagung

Das Thema Wasser- und Wärmeenergie mag bei manchem zunächst den Gedanken des Wettbewerbes dieser beiden Arten der Elektrizitätserzeugung wachrufen. Der Ausschuß der Weltkraftkonferenz hat sich jedoch nicht von diesem Gesichtspunkt leiten lassen, als er die Frage der wirtschaftlichen Beziehungen zwischen den beiden Erzeugungsarten elektrischer Energie gestellt hat. Er hat die Zweckmäßigkeit des Zusammenwirkens beider Verfahren ins Auge gefaßt, indem er den Berichterstattern der einzelnen Staaten zur Aufgabe gemacht hat, die Bedingungen zu untersuchen, unter denen beide mit Vorteil nebeneinander bestehen können. Ohne in Abrede zu stellen, daß Wasserkräfte und Wärmeenergie gegenseitig in Wettbewerb treten können, ist jedenfalls die Zusammenarbeit richtiger und fruchtbringender.

Berichte der einzelnen Staaten

Im amerikanischen Bericht geben Mitchell und Gallabee einen Überblick über die Bedingungen, unter denen beide Erzeugungsarten in gewissen Gebieten der Vereinigten Staaten, insbesondere in dem an Naturschätzen, Wasserkräften, Kohlen, Eisenerzen reichen Staat Alabama vorteilhaft zusammenarbeiten können. Die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen beiden Energieerzeugungsarten sind jedoch von so verschiedenen Umständen und Punkten abhängig, daß allgemein gültige Regeln nicht aufgestellt werden können. Jeder Fall muß für sich geprüft werden. Für das von den Berichterstattern eingehend untersuchte Gebiet scheint die beste Lösung darin zu liegen, daß der Ausbau der Wasserkräfte möglichst gefördert und durch die Errichtung von Dampfkraftwerken auf den Gruben oder an den Hauptplätzen für Kohlenverladung ergänzt wird.

Der von Krieger, Marx und Thoma unter Vorsitz v. Millers ausgearbeitete deutsche Bericht stellt zunächst die genauen Kosten der Wärmeenergie, je nach der Größe der Anlage und vor allem abhängig von der Benutzungsdauer fest und erörtert dann die allgemeinen Verhältnisse der Erzeugung hydraulischer Energie. Die Ergebnisse werden am Bayernwerk überprüft, bei dem die verschiedenen Erzeugungsarten miteinander vereinigt sind, und zwar bestehende oder auszubauende thermische Anlagen, die Laufkraftwerke der mittleren Isar mit Tagesspeicherung und das Walchensee-Kraftwerk mit Jahresspeicherung. Der Leistungsbedarf soll wie folgt gedeckt werden: Die Grundbelastung von 100 000 kW durch Laufkraftwerke mit Tagesspeicherung, die folgenden 100 000 bis 150 000 kW mit 14 bis 16 h täglicher Benutzungsdauer durch Dampfanlagen und schließlich die 50 000 kW Spitzenleistung mit nur 7 h täglicher Benutzungsdauer durch Jahresspeicherung. Ein Vorzug des deutschen Berichtes ist, daß an einem bedeutenden Schulbeispiel gezeigt wird, wie durch planmäßiges Zusammenarbeiten verschiedener Energiequellen deren wirtschaftlichste Ausnutzung erreicht wird.

Beachtenswert ist das von den Berichterstattern angewandte Verfahren zum Vergleich von veränderlicher Wasserkraft mit Wärmekraft. Es wird davon ausgegangen, daß der Wert der Energie in zwei Glieder zerlegt werden kann: den Leistungspreis für die vom liefernden Werk jederzeit zur Verfügung gehaltene Leistung und den Arbeitspreis für jede wirklich gelieferte Kilowattstunde. Diese Preise werden von dem allgemeinen Verteilunternehmen den Wärme- oder Wasserkraftwerken bezahlt, die ihm Arbeit liefern. Dabei kann der Arbeitspreis (für 1 kWh) aus gleichmäßiger Wasserkraft den Preis nicht übersteigen, der einer Wärmekraftanlage für etwa mehr gelieferte Arbeitseinheiten zu entrichten wäre. Durch dies Verfahren können die Verfasser leicht den Nachweis erbringen, bis zu welcher eingebauten Leistung ein Laufkraftwerk ausgebaut werden kann, um noch wirtschaftlich zu sein.

Der österreichische Bericht Hofbauers behandelt den Energiewirtschaftsplan der Steiermark, der eine Zusammenarbeit von Wasserkraft- und Wärmekraftwerken vorsieht. Laufwerke, Speicherwerke, Dampfwerke und mit Hochofengasen betriebene Werke sollen den Energiebedarf eines ziemlich ausgedehnten Gebietes decken, das die Versorgung von Städten, von Großindustrie, Eisenbahnen und landwirtschaftlichen Bezirken umfaßt.

Im belgischen Bericht stellt Lassalle einen Gütevergleich zwischen Wasserkraft und Wärmeenergie auf und kommt zu dem Ergebnis, daß die Wärmekraft
der ständigen Verfügbarkeit wertvoller sei. Die se
ringen Wasserkräfte Belgiens, die Tarife für Arbe
Wärme- und Wasserkraft, die Mittel zur Regelun
Wasserführung der Flüsse und die Kupplung von W
und Wasserkraftwerken werden besprochen. Beme
wert ist, daß Belgien, das reiche Kohlenvorräte hat,
an Wasserkräften arm ist, dennoch sein Augenmerk a
Ausnutzung der Wasserkräfte richtet.

Der französische Bericht von Arbelot
statistische Angaben über den heutigen Stand der E
zitätserzeugung aus Wärme- und Wasserkraftanla
Frankreich. Im Jahre 1923 wurden hier 3,4 Milliarde
aus Wasserkraft und 4 Milliarden kWh aus Wärme
erzeugt. Die gleichzeitige Verwendung elektrischer E
verschiedenartigster Herkunft in demselben Verbr
gebiet ist üblich geworden. Drei Punkte spielen f
wirtschaftlichen Beziehungen zwischen Wärme- und W
kraft eine ausschlaggebende Rolle: die jährliche Benu
dauer, der Geldzinsfuß und der Kohlenpreis.

Die Kupplung von Werken und Netzen ist in
Entwicklung begriffen, sie gleicht den Bedarf au
bringt die Energiequellen zur Zusammenarbeit; dies
kupplung wird durch die Umstellung ausgedehnter
netze auf elektrischen Betrieb gefördert; deren
tragungsleitungen kommen auch der industriellen E
lung zugute.

Die wirtschaftliche Energieversorgung eines ausg
ten Gebietes verlangt, daß Energiequellen verschie
Art und Eigenschaft herangezogen werden: Laufkraf
wenn für einen genügenden Bruchteil ihrer Energi
gung der Absatz gesichert ist; Wärmekraftwerke
Sicherstellung der Energieversorgung sowie zur Vo
tung des Absatzes für künftige Wasserkraftwerke.
wendig ist, daß die Energiequellen einander aushel

Den schwedischen Bericht haben Enströ
Ruths verfaßt. Enström berichtet über die Wasse
seines Heimatlandes; die Brennstoffvorkommen sin
lich. Die Benutzungsdauer der Wasserkraftwerke
schreitet 6000 h, dank der natürlichen Abflußregelu
Flüsse, des Energieaustausches zwischen den einzelne
ken und endlich des Vorhandenseins von Abnehmern
Strombedarf den Erfordernissen angepaßt werden
Enström bespricht dann mehrere Beispiele von zusa
arbeitenden Wasser- und Dampfkraftwerken, sowie d
wertung der bei gewissen Industrien, insbesondere de
stoff- und Papierfabriken, verfügbaren Wärmeenergi

Ruths behandelt die Energiespeicherung nach d
ihm erfundenen thermischen Verfahren[2]). Wenn au
ursprüngliche Anwendungsgebiet des Ruths-Speich
Fabriken umfaßte, die gleichzeitig mechanische Arb
Wärme brauchen, so ist das Verfahren inzwischen a
der Erzeugung elektrischer Energie aus Wasserkra
Brennstoffen eingeführt worden. Zwei schwedische
verwandten schon damals zur Spitzendeckung Ruths-S
und neuerdings werden solche auch im großen Um
Deutschland aufgestellt.

Im jugoslawischen Bericht behandelt P
das in Jugoslawien bereits verwirklichte Beispiel
sammenwirkens der Wasserkraftanlage Faal an de
und der Wärmekraftanlage an der Kohlengrube Trif
die geplante Ausdehnung der Anlagen.

Der Bericht der Schweiz setzt sich aus vier
berichten von Büchi, Meyer, Neeser und Eh
perger zusammen. Die Berichte enthalten die
digen Angaben, um die Bedingungen festzustellen
denen eine vorteilhafte Zusammenarbeit der versch
Arten der Erzeugung elektrischer Energie möglich
bringen die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung d
und Betriebskosten der verschiedenen Kraftwerkga
in Abhängigkeit von der Größe der Anlage und
lich auch der Benutzungsdauer. Man kann daher au
etwa folgendes Ergebnis ableiten:

In einem über reichliche und verschiedenartige
kräfte verfügenden Lande bleiben diese naturgemä
berufen, die Hauptquelle elektrischer Energie zu
Hierbei kommt einer jeden Kraftanlage weniger d
sorgung eines bestimmten geographischen Gebietes
vielmehr die Übernahme desjenigen Teiles des allg
Belastungsdiagrammes, für den sie sich ihrer Natu
am besten eignet. Man wird die in großen, leistungs
Anlagen erzeugte Wärmeenergie heranziehen, um de
fall an Wasserkräften namentlich in den Wintermon
decken, dies ganz besonders in Jahren außergewöh
Trockenheit. Für die Wirtschaftlichkeit der Dampf
erzeugung ist ein möglichst gleichmäßiger Betrieb

[1]) Unter Benutzung des Generalberichtes, erstattet von Dr. h. c. A. Nizzola, Ingenieur, Baden i. d. Schweiz. Teilberichte sind erschienen in Z. Bd. 71 (1927) S. 265, 359 477, 895, der Generalbericht im Verlag Emil Birkhäuser & Cie., Basel; Preis 125 Schw. Fr.; den Vertrieb für Deutschland hat die VDI-Buchhandlung.

[2]) Z. Bd. 66 (1922) S. 509 u. f.

bei Nacht von besonderer Wichtigkeit, während den erkraft-Speicherwerken und den Dieselanlagen vorwiedie Aufgabe zufällt, die Spitzen zu decken und als ablickliche Aushilfe zu dienen.

Bemerkungen des Generalberichterstatters

Die Bedeutung der immer größere Ausdehnung gewinen Kupplung von Verbrauchsgebieten einerseits und gieerzeugungsquellen anderseits mittels Höchstspansnetzen veranlaßt Nizzola, auf künftige Entklungsmöglichkeiten hinzuweisen, die be. sind, der Frage der wirtschaftlichen Wechselbezieen zwischen Wärme- und Wasserkraft vielleicht noch ıhnte Bedeutung zu verschaffen. Dieser Ausdehnung Kupplungen stehen noch Schwierigkeiten betriebstecher Art entgegen, die man nicht unterschätzen darf[3]). nehmen ist aber, daß diese Hindernisse zu überwinden werden, und daß die angedeutete Bewegung nicht stilln und auch vor den Landesgrenzen nicht Halt machen Die sich hierbei eröffnenden Ausblicke mögen an ı Beispiel beleuchtet werden:

talien, als Land mit starker Bevölkerungszunahme, notgedrungen einer zunehmenden Industrialisierung gen; ähnliche Verhältnisse haben z. B. Deutschland lie Schweiz zu Industriestaaten gemacht. Italien wird einen stets wachsenden Energiebedarf aufweisen, dem ein beschränkter Wasserkraftvorrat gegenübersteht. r Vorrat reicht wohl noch für Jahre aus; er kann besser als bisher ausgebeutet werden, indem man große Dampfwerke, die bereits geplant und teilweise ısführung begriffen sind, den zeitweise vorkommenden ll an Wasserkraft (in Süditalien im Sommer, in Nordı im Winter) ergänzt. Stellt sich aber eines Tages alien die Notwendigkeit ein, die eigenen Wasserkräfte nd durch Wärmeenergie zu ergänzen, dann wird für rennstoffarme Land die Frage zu entscheiden sein, diese Energie ins Land einzuführen ist: auf dem ıen- und Wasserwege oder auf dem Drahtwege.

andelt es sich um Jahreszeitenenergie, so ist die Beung des Brennstoffes billiger als die Fortleitung der ischen Energie, weil man die Leitungen schlecht ausı würde. Handelt es sich aber um das ganze Jahr rch gebrauchten Strom, so ist die Frage nicht ohne es zu beantworten. Rechnerisch stellt sich im allnen der Schienenweg als vorteilhafter heraus, hinkönnen Verhältnisse vorliegen, die den Drahtweg r erscheinen lassen. Solche Verhältnisse liegen vor, die erforderlichen Leitungen nicht neu errichtet werıüssen, sondern schon vorhanden sind und andern en dienen. Die Rechnung wird dann zum Vorteil des weges entschieden, wenn erstens ein Brennstoff in ht kommt, der sehr billig, aber nicht beförderungsist, und zweitens, wenn die bestehenden Leitungen oder teilweise zur Fortleitung elektrischer Energie in ehrter Richtung dienen; denn in diesem Falle bringt nen zugedachte neue Aufgabe nicht eine Mehrung, sondern eine Entlastung.

ir Italien kann das letztere Verhältnis eintreten. Als Brennstofflieferer kommen, soweit es die Steinkohle t, hauptsächlich England und Belgien auf dem Wasser- Deutschland und Frankreich auf dem Schienenwege racht. Diese letzteren Staaten verfügen auch über stoffe, die viel billiger sind als die gute ausfuhr- Kohle, das sind die Kohlenabfälle in den Gruben ie Braunkohlen. An Ort und Stelle kann man aus Brennstoffen elektrische Energie besonders billig er. Zwischen den betreffenden Erzeugungsstätten und ünftigen italienischen Verbrauchstellen liegen zwar beträchtliche Entfernungen; es liegt außerdem ein es Land, die Schweiz, dazwischen. Nach Ansicht as wird aber die Entfernung kein unüberwindliches nis bilden und die Gegenwart des dritten Staates nicht, sofern dafür gesorgt wird, daß auch dieser aus solchen Durchgangsverkehr Nutzen ziehen kann.

ie Hauptwasserkräfte der Schweiz gruppieren sich eits im Süden des Landes um den Alpenhalbkreis, eits im Norden des Landes vorwiegend an den großen n, Aare und Rhein. Der Hauptverbrauch liegt in itte und im Norden. Ein stattliches Netz von Hochungsleitungen, Abb. 1, verbindet schon heute Erzeuund Verbrauchstätten. Der Energiefluß ist darin gend von Süden nach Norden gerichtet, und da die rzeugung der Schweiz den Verbrauch übersteigt, wird Energie nach Deutschland und Frankreich ausüt; also auch hier ein nordwärts gerichteter Energie- Ähnlich verhält es sich mit den deutschen Rhein-

[3]) Vergl. Trüb, Schweiz. Bauz. Bd. 87 (1926) S. 160.

Abb. 1
Kraftanlagen und Energieübertragungsleitungen in der Schweiz

wasserkräften; ihre Energie fließt heute schon vom Rhein nordwärts nach dem Innern des Landes und wird es gezwungenermaßen auch in Zukunft tun.

Man ersieht hieraus, daß sich unter Benutzung vorhandener, andern Zwecken dienender Leitungen ein beträchtlicher Nord-Süd-Fluß von Energie bewerkstelligen ließe, der zum großen Teile die betreffenden Leitungen nicht belasten, sondern entlasten würde. Das praktische Ergebnis dieses Umstandes kommt einer bedeutenden Annäherung zwischen den billigen deutschen und französischen Wärmeenergiequellen und dem norditalienischen Verbrauchsgebiet gleich.

Wenn die heutigen Verhältnisse bereits eine solche Schlußfolgerung zulassen, so wird dies bei fortschreitendem Ausbau der noch brachliegenden schweizerischen Kräfte und der Rheinkräfte noch ausgesprochener der Fall sein. Man denke an die Bündner Kräfte. Dort harren noch mehr als ½ Mill. kW mit einer Jahreserzeugung von mehreren Milliarden Kilowattstunden des Ausbaues. Eine Verwendung an Ort und Stelle erscheint so gut wie ausgeschlossen; also müßte diese Energie, um in der Schweiz verwendet zu werden, den Weg nach Norden, zunächst den Rhein entlang, bis Sargans, dann über Ziegelbrücke gegen Zürich, Basel usw. machen. Man bedenke, daß man zum Fortleiten dieser Energie mindestens fünf neue große Stränge mit je sechs Leitern bauen müßte.

In Abb. 1 sind andeutungsweise mehrere vorhandene oder im Bau begriffene Leitungen hervorgehoben, die, mit kurzen Verbindungsstücken ergänzt, einem solchen internationalen Durchgangs-Energieverkehr leicht dienstbar gemacht werden können. Außer für die hier genannten Länder wäre auch für eine Reihe von andern Gebieten Ähnliches zu überlegen.

Schlußfolgerungen

Aus der Gesamtheit der eingelaufenen Berichte und aus den sich aus ihnen ergebenden Überlegungen können etwa folgende allgemeine Leitsätze für die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen der Erzeugung elektrischer Energie aus Wärme- und aus Wasserkraft aufgestellt werden:

1. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Erzeugungsarten ergibt sich aus der ganz verschiedenen Gliederung ihrer Kosten. Die Wasserkraftwerke erfordern im allgemeinen wesentlich größere Anlagekosten als die Wärmekraftwerke, die dafür viel größere eigentliche Betriebskosten verursachen.

2. Infolgedessen überwiegen bei den Wasserkraftwerken die festen Lasten der Energieerzeugung, wie die Verzinsung, die Abschreibung, die Tilgung des Anlagekapitals, während die mit der Menge der erzeugten Arbeit wachsenden Lasten

eine kleinere Rolle spielen. Bei den Wärmekraftwerken verhält es sich umgekehrt; die Fälle mit ganz geringer Ausnutzungsdauer der Anlagen ausgenommen, übersteigen die eigentlichen Betriebskosten die festen Lasten.

3. In den Fällen, in denen die Möglichkeit vorliegt, ebenso die eine wie die andre Erzeugungsart anzuwenden, gilt folgendes:

a) Die Erzeugung aus Wasserkraft wird unwirtschaftlich erscheinen und daher ausscheiden, wenn die Energie bei jeder praktisch in Betracht kommenden Gebrauchsdauer teurer zu stehen kommt als bei Erzeugung aus Wärme. Im allgemeinen ist das aber nicht der Fall, wenigstens nicht in Gebieten, die über nicht allzuweit entfernte Wasserkräfte verfügen; vielmehr werden die Erzeugungskosten der Energie, sofern die Gebrauchsdauer höher liegt als ein bestimmter kritischer Wert, bei Wasserkrafterzeugung günstiger werden. Da der Bedarf eines Gebietes stets in zwei Teile zerlegt werden kann, von denen der eine eine längere, der andre eine kürzere Gebrauchsdauer hat als der kritische Wert, ist die Wirtschaftlichkeit des Zusammenarbeitens beider Erzeugungsarten gegeben.

b) Umgekehrt wird die thermische Erzeugung unwirtschaftlich erscheinen und daher im allgemeinen ausscheiden, wenn Wasserkräfte in genügendem Maße vorhanden sind, die bei der durch den Verbrauch gegebenen Benutzungsdauer und Ausnutzungsmöglichkeit die Energie billiger zu erzeugen gestatten als jedes Wärmekraftwerk. Solche Verhältnisse kommen selten vor, in der Hauptsache nur für wenige mit außerordentlich günstigen Wasserkräften versehene Gebiete (vergl. 5). In solchen Fällen kommt Wärmekraft nur noch als Aushilfe in Betracht oder etwa dann, wenn die Notwendigkeit, die Anlagekosten einzuschränken, den Vorzug eines billigen Betriebes überwiegt.

4. Die Wärmekraftwerke haben im allgemeinen den Vorzug der leichteren Anpaßfähigkeit an die Bedürfnisse des Verbrauchs. Die Wasserkraftwerke sind dagegen vom Wasserabfluß abhängig, der veränderlich ist und einen Verlauf aufweist, der von demjenigen des ebenfalls veränderlichen Energieverbrauchs verschieden ist. In einzelnen Fällen ist es innerhalb wirtschaftlicher Grenzen möglich, die Wasserkraft durch Stauen oder Pumpen dem Bedarf anzupassen, doch sind diese Möglichkeiten begrenzt, und es ist z. B. nicht denkbar, daß auf diese Weise der größere Teil der in den Alpen verfügbaren Wasserkraft in Übereinstimmung mit dem Verlauf des Verbrauches gebracht wird.

5. Aus dem vorstehend Gesagten ergibt sich, daß die Versorgung eines bestimmten Verbrauchsgebietes ausschließlich aus Wasserkraftwerken im allgemeinen zu unvermeidlichen Verlusten durch unbenutzt abfließendes Wasser führt. Aus dieser Eigentümlichkeit der Wasserkraftwerke erhellt am besten der große Nutzen, der aus einer Kupplung der beiden Erzeugungsarten im allgemeinen erwachsen kann. Je größer der Gewinn an sonst verlorengehender Wasserenergie durch eine solche Kupplung wird, desto größer der Spielraum, der für die Wärmeenergie übrigbleibt, bis die zulässige Grenze ihrer Erzeugungskosten erreicht ist.

6. Aus Leitsatz 4 folgt auch, daß, allgemein gesprochen und wenn größere Verhältnisse ins Auge gefaßt werden, bei der Kupplung von Energieerzeugung aus Wasserkraft und aus Wärme, der Energieerzeugung aus Wärme die Aufgabe zufällt, die Energieerzeugung aus Wasserkraft zu ergänzen und nicht etwa umgekehrt.

7. Eine Frage für sich bildet bei gemischter Energieerzeugung die Vorausbestimmung der noch zulässigen Ausbaugröße der Wasserkraftwerke, d. h. die Ermittlung der Grenzen, bis zu denen die Ausnutzung nicht beständiger Wasserabflüsse wirtschaftlich noch getrieben werden kann. Über diese Grenzen führen einige Berichterstatter Beispiele an.

8. Unter allen Umständen kommen die großen Überlandverbindungsleitungen den wirtschaftlichen Wechselbeziehungen zwischen Wärme- und Wasserenergie sehr zustatten. Diese Verbindungen erfüllen die doppelte Aufgabe, sowohl die Verbrauchs- als auch die Erzeugungseigentümlichkeiten ausgedehnter Gebiete zu vermischen. Aus den wechselnden Ansprüchen des Verbrauches, wie sie in einzelnen beschränkten Teilen des Gebietes entstehen, ergibt sich dadurch ein Durchschnittsverbrauch, dessen V viel stetiger wird; aus den wechselnden Erzeugungsm keiten bildet sich eine Durchschnittserzeugung. Die schaftlichkeit einer solchen Ausdehnung der Überla bindungsleitungen, der allerdings auch Grenzen g sind, springt in die Augen: Herabsetzung des Verhäl der in den Kraftwerken aufzustellenden Maschinenle zur Summe der bei den einzelnen Abnehmern auftre Einzelleistungen, womit auch eine die Erzeugungs weiter verbilligende Verlängerung der Ausnutzung der Kraftwerkanlagen verbunden ist.

9. Beim Kuppeln von verschiedenen Wasser Wärmeenergiequellen wird die Einfügung der Erz jeder einzelnen Quelle in das Verbrauchsnetz sich gemeinen leicht von selbst ergeben. Man wird streben, Laufkraftwerke und Abfallwärme-Kraftwerk los auszunutzen, d. h. unten in dem Verbrauchsdia unterzubringen; Wasserkraftwerke mit Tagesspeic sind ebenfalls täglich restlos auszunutzen, aber in brauchsdiagramm werden sie die Spitze decken. Wasserkraftwerke mit Jahresspeicherung werden Deckung von Verbrauchspitzen sowie auch von V mangel herangezogen; der Grad der Ausnutzung wi Grund eines von vornherein aufgestellten Planes, abe in Anpassung an die jeweils eintretenden Witteru hältnisse erfolgen.

Von den übrigen Wärmekraftwerken wird m warten, daß sie den Fehlbetrag im Verbrauchsdia decken, wobei die Dampfwerke vorzugsweise eine mäßige Belastung, wenn möglich im Tag- und Nacht erhalten, während Dieselwerke die Spitzen zu decken werden.

10. Ein Umstand sei noch erwähnt, der von m Berichten behandelt wird: die größeren technische wirtschaftlichen Verbesserungsmöglichkeiten der mischen Energieerzeugung in der Zukunft. Es ist damit zu rechnen, daß der Wirkungsgrad, mit dem d der Natur dargebotene Wärmeenergie in elektrische umgesetzt wird, viel verbesserungsfähiger ist als d Wasserkraft, ferner auch damit, daß die nur mittelb dem Wirkungsgrad zusammenhängenden Kosten d zeugungsverfahrens sich bei der thermischen Erzeug weit stärkerem Verhältnis werden herabsetzen lassen der Wasserkraft; namentlich scheint es aussichtsvol gehend von den Brennstoffen, gleichzeitig chemisc zeugnisse und elektrische Arbeit zu gewinnen und dies die bei den heutigen thermischen Energieerzeu verfahren als Abfallerzeugnis freiwerdende Wärme nutzen. Demgegenüber hat die Wasserkraft offens keine großen Verbilligungen der Erzeugungskosten warten, mit Ausnahme derjenigen, die von der fort tenden Tilgung des ursprünglichen Anlagekapitals he Dagegen dürfte in den meisten Ländern die Verbi des Kapitals (Fallen der im allgemeinen heute ung lich hohen Zinssätze) mit der Zeit sich zugunst Wasserkräfte auswirken.

Diese Sachlage ist geeignet, diejenigen Länd noch über unausgenutzte Wasserkräfte verfügen, z anlassen, diese möglichst bald auszubauen, solang Wasserkraftwerke noch wettbewerbfähig erscheinen. die normale und fortschreitende Abschreibung wird e lich sein, sie auch in Zukunft wettbewerbfähig zu e zumal zu erwarten ist, daß die Brennstoffgewinnu es durch die allmähliche Erschöpfung der günstige kommen, sei es durch die Erhöhung der Löhne, ein teuerung entgegengeht.

11. Die Verbindungsleitungen werden nicht v Landesgrenzen Halt machen; ihre stets zunehmend dehnung wird dazu führen, daß der Austausch elekt Energie zwischen Nachbarländern an Bedeutung zu Hierbei können sich Verhältnisse einstellen, bei dene recht große Entfernungen mit Leichtigkeit über werden können, wenn dazwischen Leitungen besteh schon zu Energieübertragungen in umgekehrter Ri benutzt werden. Auch Energielieferungen zwische angrenzenden Ländern liegen im Bereich der wir lichen Möglichkeit, zumal wenn dazwischenliegende Gebiete mit ihrer eigenen Erzeugung sich zum Ener tausch eignen. So erweitern sich die Kreise der schaftlichen Wechselbeziehungen zwischen Wärme Wasserkraft ganz wesentlich und eröffnen einen beachtenswerten Ausblick für die Zukunft. [M

München D. Th

Neuere Anschauungen über Zünd- und Verbrennungsvorgänge in Dieselmotoren

Von Dr.-Ing. Fr. Sass, AEG, Berlin.

Beweise dafür, daß weder eine Vergasung noch eine Verdampfung des eingespritzten Treiböles vor der Zündung stattfindet; auch die Wasserstoffzahl ist bedeutungslos. Dagegen ist die Kenntnis der Lage des Zündpunktes unter Berücksichtigung des Zündverzuges wichtig. Nach Eintritt der Zündung spielt sich die Verbrennung in einer Reihe von „Mechanismen" ab, von denen heute wenigstens die Endglieder bekannt sind.

s ist merkwürdig, daß man sich mit dem Dieselmotor etwa dreißig Jahre lang beschäftigt und ihn zu verhältnismäßig großer technischer Vollkommenheit ge-ht hat, ohne sich von den Vorgängen im Verbrennungs-n eine auch nur annähernd richtige Vorstellung zu hen. Man war überzeugt, daß der Brennstoff, also das öl oder Teeröl, nach seiner Einführung in den Verbren-gsraum, aber vor seiner Entzündung, eine eigentüm-e Verwandlung durchmachen müsse; man glaubte, daß alle Brennstoffteilchen, die im Augenblick des Ein-tzens noch flüssig sind, vor der Zündung in Ölgase randeln müssen und daß keine Zündung und Verbren-g möglich sei, bevor nicht diese Vergasung bei jedem elnen Tröpfchen restlos durchgeführt sei. Diesel st lebte in dieser Vorstellung; 1912[1]) bezeichnete er als ten seiner „Grundgedanken" das „allmähliche Ein-en von fein verteiltem Brennstoff unter Verbrennung elben in diese hoch erhitzte und verdichtete Luft unter hzeitiger Arbeitsleistung derselben auf den ausschie-len Kolben" und sagte dann weiter:

„Da ein Brennstoff nur brennen kann, wenn er zu-r vergast ist, so war für alle nicht gasförmigen Brenn-offe die unmittelbare Folge aus diesem zweiten Grund-danken: 3. allmähliche Vergasung des Brennoffes im Arbeitszylinder selbst, jeweils r in geringsten Mengen auf einmal, für jeden Hub des lbens besonders unter Entnahme der Vergasungs-rme aus dem Arbeitsprozeß selbst, mit andern Wor-: die Ausbildung des Vergasungsprozesses zu einem il des Arbeitsprozesses im Arbeitszylinder."

Auch an vielen andern Stellen sprach Diesel von der endigen Vergasung des Brennstoffes. In seinem [2]) bezeichnete er als eines der „grundlegenden Ge- des Dieselmotorbaues" die

inblasung des Brennstoffes mit hochgespannter, aber kühlter und gereinigter Luft, nicht nur wegen der inni-n Mischung, sondern besonders auch zum Zweck der rgasung, die dadurch entsteht, daß zahlreiche Brenn-offpartikel in der ganzen Masse der Verbrennungsluft erst vergasen, dann in Brand geraten, und dadurch zur Vergasung des Brennstoffes nötige Wärme ent-ckeln, zu welcher die Kompressionswärme allein nicht sreicht."

Es ist nicht sicher, ob dies von vornherein Diesels An-uung war, oder ob er durch die 1907/08 erschienene eit von P. Rieppel[3]) beeinflußt worden ist. Rieppel der erste, der nach einer wissenschaftlichen Erklärung r suchte, daß sich aliphatische Gasöle und aromatische kohlenteeröle in der Dieselmaschine ganz verschieden alten. Er glaubte auf Grund von Beobachtungen an laufenden Maschine, die mit Gasölen und Steinkohlen-len sowie mit Mischungen beider betrieben wurde, und Grund von Bombenversuchen diese Erklärung darin zu n, daß die verwendbaren Öle schon bei ge-er Wärmezufuhr Ölgas bilden, während die erer verbrennlichen Öle größerer Wärmezufuhr oder erer Zeit zur Ölgasbildung bedürfen.

Auch die aus der Elementaranalyse ermittelte Wasstoffzahl des Brennstoffes, d. i. das Molekularver-nis von Wasserstoff zu Kohlenstoff, sollte nach Rieppel entscheidender Bedeutung sein, weil es in erster Linie Wasserstoff sei, der sich bei den brauchbaren Ölen bereits nach verhältnismäßig geringer Wärmezufuhr abscheide und infolge seines niedrigen Zündpunktes — den Rieppel mit 500 °C zu niedrig ansetzte — die Selbstentzündung der übrigen Moleküle einleite. Dieser Bewertung der Treiböle nach der Wasserstoffzahl schloß sich auch Aufhäuser[4]) an, und bald darauf war die Meinung, daß sich das flüssige Treiböl im Verbrennungsraum der Ölmaschine vor der Entzündung unbedingt in Ölgas verwandelt haben müsse, allgemein verbreitet.

Abb. 1
Druck-Temperatur-Linien von Treibölen nach Wollers und Ehmcke

Eigentümlich bleibt hierbei, daß keiner sich die Frage vorgelegt zu haben scheint, ob in der außerordentlich kurzen Zeit zwischen Einspritzung und Zündung (die in der Regel nach wenigen Tausendsteln Sekunden zählt), die völlige Umwandlung des Treiböles in Ölgas überhaupt möglich ist.

Die Versuche von Wollers und Ehmcke

Auch heute ist man von der völligen Aufklärung der Vorgänge bei Zündung und Verbrennung noch ziemlich weit entfernt; wenn aber wenigstens der richtige Anfang gemacht zu sein scheint, so ist das vor allem der Arbeit von Wollers und Ehmcke[5]) zu verdanken, die auf Anregung des zu früh verstorbenen Dr.-Ing. Alt zunächst unternommen wurde, um die Verwendbarkeit von Steinkohlenteerölen im Dieselmotor zu erforschen. Dabei ergaben sich überzeugende Beweisgründe gegen die Möglichkeit einer Ölgasbildung in der Dieselmaschine, die inzwischen durch weitere Beobachtungen an der laufenden Maschine erhärtet worden sind.

Wollers und Ehmcke untersuchten vier durch ihr verschiedenes Verhalten im Dieselmotor gekennzeichnete Treiböle, nämlich Leichtöl aus Urteer, Paraffinöl, Vertikalofenteer und Steinkohlenteeröl, in einer elektrisch geheizten Bombe und analysierten die bei vier verschiedenen Drücken erhaltenen Gasgemische. Hierbei zeigte sich, daß die durch Versuch ermittelte Abhängigkeit der Dampfdrücke von der Temperatur, Abb. 1, und von der Dauer der Vergasung, Abb. 2, nicht so verschieden war, wie man beim Verhalten der Treiböle im Dieselmotor erwarten müßte. In Abb. 1 deckt sich z. B. die Linie des bekanntlich leicht verbrennenden Paraffinöls ziemlich genau mit der Linie des schwer brennbaren Vertikalofenteers und liegt mitten zwischen den Linien des für Dieselmotoren im allgemeinen ungeeigneten Leichtöles aus Urteer und des Steinkohlenteeröls. Abb. 2 ist ebensowenig

[1]) Die Entstehung des Dieselmotors, Jahrb. der Schiffbaut. Ge-h. Bd. 14 (1913) S. 269.
[2]) Berlin 1913, S. 150.
[3]) Versuche über die Verwendung von Teerölen zum Betrieb des lmotors, Forschungsarb. Heft 55, Berlin 1908; Z. Bd. 51 (1907) S. 613.

[4]) Die Treibmittel des Dieselmotors mit besonderer Berücksichtigung der Seeschiffahrt, Jahrb. der Schiffbaut. Gesellsch. Bd. 14 (1913) S. 368.
[5]) Der Vergasungsvorgang der Treibmittel, die Ölgasbildung und das Verhalten der Oeldämpfe und Oelgase bei der Verbrennung im Dieselmotor, Kruppsche Monatshefte Bd. 2 (1921) S. 1.

Zahlentafel 1
Aufspaltung von Treibölen in gas- und dampfförmige Anteile nach Wollers und Eh…

	Leichtöl aus Urteer			Paraffinöl			Steinkohlenteeröl			Vertikalofen…	
Sättigungsdruck . . . . at	40	27,5	13	42	35	28	40	34	28	41	28
Sättigungstemperatur . . . . °C	419	418	369	459	455	441	495	494	474	464	445
Dampf-Gas-Gemisch: Gas-Anteil . . . vH	54	19	8	69	56	54	93	84	75	86	75
Dampf-Anteil . „	46	81	92	31	44	46	7	16	25	14	25

Abb. 2
Druck-Zeit-Linien von Treibölen nach Wollers und Ehmcke

gesetzmäßig, denn die Linie des gut brauchbaren Paraffinöles liegt zwischen dem weit schlechter verwendbaren Leichtöl aus Urteer und dem Steinkohlenteeröl.

Bei einer weiteren Versuchsreihe wurden durch plötzliches Abkühlen der Bombe die gebildeten Öldämpfe kondensiert und durch Messung des Teildruckes der übrigbleibenden Ölgase die verhältnismäßigen Raumanteile von Öldämpfen und Ölgasen ermittelt. Auch hier widersprach das Ergebnis, Zahlentafel 1, durchaus der bis dahin allgemein gültigen Ansicht, daß Vergasung des Brennstoffes vor der Zündung notwendig sei; gerade die schwer verbrennlichen Öle, das Steinkohlenteeröl und der Vertikalofenteer, ergaben bei gleichen Drücken eine wesentlich größere Ölgasausbeute als das aliphatische Paraffinöl (z. B. 93 und 86 vH gegenüber 69 vH beim Paraffinöl), und nur bei dem aromatischen Leichtöl aus Urteer war der gasförmige Anteil des Dampfgasgemisches verhältnismäßig gering (54 vH). Auffallend war auch das Ergebnis der Gasanalysen, daß gerade das aromatische Steinkohlenteeröl eine reichliche Ausbeute an Wasserstoff liefert, während das aliphatische Paraffinöl in dieser Beziehung ganz zurücktritt. Das ist das gerade Gegenteil von dem, was man sich bis dahin von dem Verhalten der Treiböle im Dieselzylinder vorgestellt hatte.

Noch überzeugender wird die Unrichtigkeit der älteren Anschauung durch die Ergebnisse der Zündversuche einmal an den Ölgasen aus den vier Treibölen, und dann an den flüssigen Treibölen bewiesen. Die Zündpunkte der Ölgase wurden im Dixon-Ofen, die der flüssigen Treiböle im Zündpunktprüfer nach Moore, beide Male im Sauerstoffstrom bei 1 at bestimmt, Zahlentafel 2. Überraschenderweise liegen die Zündpunkte der Ölgase viel höher als die der flüssigen, nicht vergasten Treiböle; zudem sind die Zündtemperaturen der in der Bombe erzeugten Ölgase praktisch alle gleich hoch und lassen nichts von den Unterschieden erkennen, welche die Öle im Dieselmotor zeigen. Die Zündpunkte der flüssigen Treiböle dagegen, der Höhe nach geordnet, fügen sich genau in die gleiche Reihe ein, die ihre leichtere oder schwerere Verbrennlichkeit im Motor kennzeichnet.

Zahlentafel 2
Zündpunkte von Ölgasen und flüssigen Treibölen nach Wollers und Ehmcke

	Zündpunkte im Sauerstoffstrom bei 1 at Ölgase °C	Zündpunkte im Sauerstoffstrom bei 1 at flüssige Treiböle °C
Paraffinöl	614 bis 655	240
Leichtöl aus Urteer . . .	615 „ 651	326
Steinkohlenteeröl	645	445
Vertikalofenteer	635 bis 661	468

Daß die Zündpunkte der Ölgase trotz ihrer ver… denen Herkunft nahezu gleich hoch liegen, erklärt… nach den gasanalytischen Untersuchungen von Woller… Ehmcke ohne weiteres daraus, daß die Ölgasgemisch… die gleichen Bestandteile haben und sich nur in der M… dieser Bestandteile unterscheiden. Hiernach ist es äu… unwahrscheinlich, daß für die Entzündung der leich… zündlichen flüssigen Treiböle erst der Umweg übe… viel schwerer entzündlichen Ölgase notwendig ist.

Messung der Zündtemperatur in der Maschine

Einen weiteren Beweis dafür, daß im Verbrenn… raum der Ölmaschine vor der Zündung keine Verga… des Treiböles stattfinden kann, ergibt die Messung… Zündtemperaturen in der Glühkopfmaschine, in de… Zündung natürlich ebenso wie im Dieselmotor verl… muß. Die Glühkopfmaschine eignet sich besonders g… solchen Beobachtungen, weil die Wandtemperatur … Teiles des Verbrennungsraumes, nämlich des Glühk… unmittelbar der Messung zugänglich ist. Bei einem … Mitteldruckmotor neuer Bauart von 30 PS Zylinderlei… mit 15 bis 16 at Verdichtungsdruck und Zündung … eine kleine Glühkuppel *a*, Abb. 3, die beim Anfahren… tels einer Patrone erwärmt wird, wurden die in Za… tafel 3 angegebenen Temperaturen der Glühkuppel g… sen. Die Glühkuppel war an den Punkten 1 bis 3 bis… an die innere Oberfläche angebohrt, und in die Löche… 5 mm Dmr. wurde ein Platin-Platinrhodium-Thermoel… eingeführt. Die Löcher 1 und 2 wurden zur besseren W… übertragung mit flüssigem Zinn angefüllt. Meßste… liegt in der Nähe des Kernes des Brennstoffkegels von… 30° Spitzenwinkel, die Meßstellen 1 und 3 liegen meh… Rande. Die Meßgenauigkeit des Thermoelements b… nach Eichung ± 1 vH.

Bei ¾ Last ergaben sich entsprechend der mit de… lastung wechselnden Einspritzzeit die niedrigsten … peraturen der Glühkuppel; sie betragen nur 270 bis … liegen also um mehr als 100° unter dem Zündpunk…

Abb. 3
Temperaturmessungen an der Glühkuppel eines AEG-Mitteldruckmotors von 30 PS Zylinderleistun…

a Glühkuppel

Zahlentafel 3

Temperaturen der Glühkuppel eines -Mitteldruckmotors von 30 PS Zylinderleistung bei wechselnder Belastung

Zeit	Uml./min	Belastung kW	Temperaturen der Glühkuppel Meßstelle 1 °C	Meßstelle 2 °C	Meßstelle 3 °C	Temperatur der Auspuffgase °C
is 11^{00}	400	20,1 = 1/1	365	395	350	281
„ 11^{30}	405	14,9 = 3/4	290	315	270	211
„ 12^{10}	410	10,5 = 1/2	320	360	300	177
„ 12^{45}	415	5.2 = 1/4	440	490	460	159
„ 1^{20}	420	Leerlauf	400	460	430	125
„ 2^{00}	275	Langsamer Leerlauf	420	450	415	109

len, das nach Zahlentafel 4 mit 416 bis 440° den igsten Zündpunkt der Bestandteile der Ölgasmischung Wäre also eine Vergasung des Treiböles vor der Verung unerläßlich, so könnte in diesem Motor von Vollis etwa ¼ Last überhaupt keine Zündung zustande en, weil die Temperatur der Zündquelle in diesem ereich unter dem niedrigsten Zündpunkt der Ölgasndteile bleibt. In Wirklichkeit sind jedoch die Zünn bei allen Belastungen gleichmäßig und sicher.

Verdampfung vor der Zündung

ie vielfach umstrittene Frage, ob eine Verdamp- des eingespritzten Treiböles vor der Zündung notig sei, haben in neuester Zeit angestellte Forschungen alls geklärt. Alt[6]) weist mit Recht darauf hin, daß ittleren Siedetemperaturen mancher schwer verbrenn- aromatischen Treiböle niedriger liegen als die entenden Temperaturen des Gasöles und Paraffinöles, aß anderseits die mittleren Siedetemperaturen der alichen Treiböle oberhalb ihres Zündpunktes liegen. us folgert Alt, daß die Verdampfung für die Entzün- nicht besonders wichtig sein kann, denn sonst müßte so günstiger für die Entzündung sein, je höher der unkt über dem Siedepunkt läge.

ürzlich hat Neumann[7]) den Verdampfvorgang matisch untersucht und bewiesen, daß wegen Zeitels keine nennenswerte Verdampfung der Brennstoffhen vor der Zündung stattfinden kann, Abb. 4. Als ür die Verdampfung steht nur der Zündverzug zur gung, d. i. die zwischen dem Beginn des Einspritzens lem Beginn der Verbrennung verstreichende Zeit.

Flüssige Brennstoffe und ihre Verbrennung in der Dieselne, Z. Bd. 67 (1923) S. 686 und Sonderheft „Dieselmaschinen" 1923.
Untersuchungen über die Selbstzündung flüssiger Brennstoffe, 70 (1926) S. 1071.

Zahlentafel 4

Zündpunkte der Bestandteile eines Ölgasgemisches nach Wollers und Ehmcke

	Zündpunkte in O_2 bei 1 at °C
Wasserstoff H_2	580 bis 590
Methan CH_4	556 „ 700
Äthan C_2H_6	520 „ 630
Propan C_3H_8	490 „ 570
Äthylen C_2H_4	500 „ 519
Azetylen C_2H_2	416 „ 440
Kohlenoxyd CO	637 „ 658

Diese ist noch kürzer als Neumann annimmt, der bei kompressorlosen Dieselmotoren dem Zündverzug ungefähr die Zeit zwischen Förderbeginn der Brennstoffpumpe und sichtbarem Druckanstieg im Indikatordiagramm gleichsetzt.

In Wirklichkeit entfällt ein erheblicher Bruchteil dieser Zeit — in der Regel mehr als die Hälfte — auf den „Einspritzverzug", d. h. die Zeit, die zwischen Förderbeginn der Brennstoffpumpe und Beginn des Einspritzens liegt und die zum Zusammendrücken des Treiböles und zur Dehnung der Rohrleitung verbraucht wird. Nach eigenen Messungen beträgt der Zündverzug nur etwa 1/300 bis 1/400 s, höchstens

Abb. 4 Abnahme des Tropfenvolumens bei der Verdampfung in Abhängigkeit vom Zündverzug nach Neumann

1/100 s, und in dieser kurzen Zeit kann nach Abb. 4 das Tropfenvolumen kaum um 0,1 vH abgenommen haben. Man kann also aussprechen, daß so gut wie keine Verdampfung des eingespritzten Treiböles vor der Zündung stattfindet.

Die Wasserstoffzahl

Zahlentafel 5 enthält die Ergebnisse der Untersuchung von sechs aliphatischen Treibölen im chemischen Laboratorium der AEG-Turbinenfabrik[8]). Von diesen hat das

[8]) Das Laboratorium hat bis jetzt über 80 Treibölproben sehr verschiedener Herkunft chemisch untersucht, den größeren Teil davon auch in der laufenden Maschine.

Zahlentafel 5. Elementaranalysen und Kennzahlen einiger Treiböle

		1	2	3	4	5	6
Herkunft des Öles		Deutsches Paraffinöl	Nordamerik. Gasöl	Mexikanisches Gasöl I	Mexikanisches Gasöl II	Argentinisches Gasöl	Südafrikanisches Gasöl
ientar- alyse	C . . . vH	86,74	84,36	84,61	84,99	84,65	86,44
	H . . . „	10,65	11,75	11,50	7,54	13,54	8,56
	O + N . „	1,64	3,59	1,66	5,02	1,63	5,00
	S . . . „	0,97	0,30	2,23	2,45	0,18	0,00
. . . . vH		0,027	0,00	0,00	0,01	Spuren	0,02
er . . . . „		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Spuren
sphalt . . . . . „		0,11	0,00	0,975	0,00	0,00	1,167
apunkt . . . . . °C		77	91	67	112	210	111
punkt . . . . „		108	104	131	141	255	133
unkt . . . . „		—3	unter —15	—5,5	—5		unter —15
e Gew. bei 20° . kg/l		0,875	0,863	0,875	0,870	0,865	0,921
H z- w t	Oberer . kcal/kg	10 738	11 500	10 856	10 919	10 843	10 759
	Unterer „ „	10 162	10 866	10 253	10 512	10 193	10 297
g- e in l. er- en	bei . . . 12 °C	2,13 bei 10° C	1,67	2,69	1,83	45,18	13,22
	„ . . . 20 „	1,68	1,41	—	—	29,25	7,03
	„ . . . 30 „	—	—	1,76	1,57	16,96	4,58
	„ . . . 50 „	1,23	—	1,44	1,44	5,46	1,95

Abb. 5
Erniedrigung des Zündpunktes von Treibölen mit steigendem Luftdruck nach Tausz und Schulte

mexikanische Gasöl II die Wasserstoffzahl 7,54: (84,99 : 12) = 1,066, das südafrikanische Gasöl 8,56: (86,44 : 12) = 1,19; beide Werte sind sehr niedrig im Vergleich zum höchsten von rd. 2,0, und trotzdem waren beide Treiböle sehr gut brauchbar und hatten auch einen guten Heizwert. Das mexikanische Gasöl I dagegen war wegen seines Gehaltes an Hartasphalt von 0,975 vH unbrauchbar, trotz des höheren Wasserstoffgehaltes von 11,5 vH und der günstigen Wasserstoffzahl 1,63. Der Wasserstoff spielt eben bei der Einleitung der Zündung nicht die Rolle, die man ihm früher zuschrieb; er spaltet sich nicht zuerst ab und leitet dadurch die Zündung ein, wozu er wegen seines hohen Zündpunktes von 580 bis 590°, Zahlentafel 4, gar nicht imstande ist[9]), sondern verbrennt erst nach Beginn der Zündung gleichzeitig mit dem Kohlenstoff auf dem Umweg über eine Reihe von Zwischenstoffen, die den „Verbrennungsmechanismus" des Treiböles kennzeichnen.

Erklärung der Zündung nach Tausz

Wenn es somit weder Vergasung noch nennenswerte Verdampfung des Treiböles vor der Zündung gibt, so müssen die Treiböltropfen unmittelbar aus dem flüssigen Zustand zünden, wozu man sie zuerst auf eine gewisse Temperatur, den Zündpunkt, erhitzen muß. Der Zündpunkt, der nicht mit dem Flammpunkt und Brennpunkt verwechselt werden darf, ist die niedrigste Temperatur, bei der sich ein Körper von selbst entzündet. Er wird im Zündpunktprüfer gemessen, den Moore[10]) angegeben und den Fried. Krupp, A.-G., verbessert hat, und zwar kann die Messung in Luft oder in Sauerstoff von 1 at erfolgen. Richtiger ist es, den Zündpunkt in Druckluft von der Spannung zu messen, die am Ende der Verdichtung im Dieselmotor erreicht wird, wie Tausz und Schulte[11]) getan haben.

Man erhält in den drei Fällen ganz verschiedene Werte des Zündpunktes, Zahlentafel 6. In der Regel liegt der Zündpunkt in Sauerstoff niedriger als in Luft und noch niedriger in Druckluft von der im Dieselmotor üblichen Spannung. Bei einigen Stoffen, wie Äthylbenzol, Allylalkohol, Trinitrophenol u. a. liegt der Zündpunkt im Sauerstoff höher als in Luft. Diese Beobachtung hat Tausz veranlaßt, eine interessante Erklärung der Zündung zu geben. Danach lagern die Stoffe vor der

[9]) Bei aromatischen Treibölen, z. B. Steinkohlenteeröl, die bei Erhitzung Wasserstoff abspalten, kann der Wasserstoff die Zündung einleiten.
[10]) „The Automobile Engineer" 1920 S. 19?.
[11]) Über Zündpunkte und Verbrennungsvorgänge im Dieselmotor, Halle 1924; Z. Bd. 68 (1924) S. 574.

Zahlentafel 6
Zündpunkte einiger aliphatischer Brennstoffe in Luft und Sauerstoff bei 1 at und in Druckluft nach Tausz und Schulte

	Zündpunkte bei 1 at in Luft °C	Zündpunkte bei 1 at in Sauerstoff °C	Zündpunkte in Druckluft °C	bei at
Gasöl	336	270	205	27
Petroleum	290 bis 435	250 bis 265	200	26
Schieferöl	354 „ 435	272 „ 290	200	23
Paraffin	388 „ 414	243 „ 258	228	11,5

Entzündung Sauerstoff an, wobei sich Superoxyde oxyde, Moloxyde), d. h. übersättigte Sauerstoffverbi gen, bilden, die nur in einem engen, rasch durchlau Druck- und Temperaturbereich beständig sind, je dieses Bereichs aber plötzlich zerfallen. Dieser Z vollzieht sich unter starker Wärmeabgabe: der E zündet.

Bei den Stoffen, deren Zündpunkt in Sauerstoff liegt als in Luft, kann das schon gebildete Supe noch bevor es zerfällt, d. h. zündet, weiter Sauersto nehmen, wodurch ein Stoff von höherem Zündpunk steht. Die Sauerstoffanlagerung braucht sich nur bei verhältnismäßig kleinen Teil der den Brennstofft bildenden Moleküle zu vollziehen; denn die beim fall des Superoxydes freiwerdende Wärmemenge g um auch die übrigen Moleküle des Brennstofftröp aufzulockern, d. h. die Verbrennung einzuleiten. N weit diese Sauerstoffanlagerung eine Zersetzung des I stoffes in ganz unerheblichem Maße bedeutet, ist ma berechtigt, davon zu sprechen, daß sich das einges Treiböl vor der Zündung zersetzt.

Zündpunkte in Druckluft

Die Untersuchungen von Tausz und Schulte ferner ergeben, daß der Zündpunkt durch steigenden druck zumeist erniedrigt wird, bei einigen Stoffen, d den Motorenbetrieb nicht in Frage kommen, aber au zu einem gewissen Grad erhöht werden kann. Misch verhalten sich anders als die ursprünglichen Stoffe. der Zündpunktlinien sind in Abb. 5 wiedergegeben für den Dieselmotor meist verwendete Gasöl bei dem gebräuchlichen Verdichtungsdruck vo 30 at etwas über 200°; ähnlich verhält sich das leum. Höher liegt der Zündpunkt des Benzins wesentlich höher der des Benzols. Trotzdem kann auch diese beiden Öle im Dieselmotor sehr gut verbr nur muß dann die Verdichtung beträchtlich höher besonders beim Benzol. Da dies zu hohen Trieb beanspruchungen führt und auch die Preise wesentlic dem des Gasöls liegen, so kommen sie für den Diesel betrieb nicht in Betracht.

Neumann vertritt die Ansicht, daß es richtiger s Erniedrigung des Zündpunktes auf die zunehmende I statt auf den Druck der Luft zurückzuführen, da si Brennstofftröpfchen durch Wärmeleitung erwärme Wärmeleitung aber von der Luftdichte abhängt. Auftragen der von Tausz und Schulte gefundenen punkte in Abhängigkeit von der Luftdichte γ finde mann die in Abb. 6 wiedergegebene Linie der ab Zündtemperaturen T_s, die dem Gesetz

$$T_s = C\,\gamma^{-m}$$

folgt; dabei ist für aliphatische Treiböle $C \sim 70$ $m = 0{,}160$. Darin, daß für die Lage des Zündpunkt Luftdichte und nicht der Luftdruck maßgebend ist, man Neumann folgen; nur ist die Formel für den mi Zündpunkt verschiedener Treiböle ohne Bedeutung f Praxis, weil die Zündpunkte verschiedener Bren Unterschiede aufweisen, die bei der Wahl der Verdi unbedingt berücksichtigt werden müssen, während der Formel nicht zum Ausdruck kommen.

Der Zündverzug

Das für den Dieselmotorenbetrieb fast ausschl verwendete Gasöl zündet nach Tausz und Schulte b gebräuchlichen Verdichtung in der Dieselmaschine 200°. Mindestens auf diese Temperatur müssen al in den Verbrennungsraum eingeblasenen oder unter eingespritzten Brennstofftröpfchen erwärmt werden. aber bekannt, daß man für kompressorlose Motoren stens 27 bis 28 at Verdichtung braucht — bei Dru zerstäubung wegen der Kühlung durch die expandi Einblaseluft sogar rd. 30 at —, wenn der Motor au kalten Zustand sicher anlaufen soll. Nimmt man 28 so findet man (etwa nach der Gasentropietafe Schüle[12])) als zugehörige Endtemperatur für 27 fangstemperatur (kalte Maschine) 500°, für 50

[12]) Die thermischen Eigenschaften der einfachen Gase technischen Feuergase zwischen 0° und 3000° C, Z. Bd. 60 (191

Abb. 6
Abhängigkeit des Zündpunktes von der Luftdichte nach Neumann

Abb. 7
Endtemperaturen der Verdichtung und Zündpunkte für Gasöl

Abb. 8
Zündverzug von Schieferöl in Druckluft von 14 at nach Hawkes

gstemperatur (warme Maschine) 550°, d. h. einen mperaturüberschuß von rd. 300 bis 350° er dem Zündpunkt.

Deutlich zeigt dies Abb. 7. Die Schnittpunkte der Zünd- ktlinie für Gasöl auf den Linien der Verdichtungs- ke für 27 und 50° Anfangstemperatur ergeben die- gen Verdichtungsdrücke, bei denen der Zündpunkt in kalten und der warmen Maschine schon erreicht e; diese Punkte liegen überraschend niedrig und be- en nur 6,1 und 7,3 at. Daß man trotzdem viel höher lichten muß, liegt daran, daß die Brennstofftropfen zur ärmung auf ihre Zündtemperatur eine gewisse Zeit ichen, im Betrieb muß aber diese Erwärmung erfolgt , wenn die Kurbel 3 bis 5° zurückgelegt hat.

Die Zeit zwischen Beginn des Einspritzens und Ein- n der Zündung nennt Hawkes[13]), der diese Er- inung zuerst untersucht hat, Zündverzug (time . Abb. 8 zeigt ihn für schottisches Schieferöl (spez. . 0,86) in Druckluft von 14 at in Abhängigkeit von der peratur. Bei 500° beträgt er rd. $^1/_{500}$ s; dieser Wert int zu groß, was mit der Unzulänglichkeit der Ver- ısanordnung zusammenhängen mag (die Zusammen- kbarkeit des Öles wurde nicht berücksichtigt, auch en vielleicht Luftsäcke in dem wagerechten Brenn- fventil vorhanden). Grundsätzlich bedeutet aber die enntnis von der Bedeutung des Zündverzuges einen ßen Fortschritt, da sie im Zusammenhang mit der Ab- gigkeit des Zündpunktes vom Druck die Wahl der dichtung ermöglicht.

Weitere Messungen des Zündverzuges an der lau- len Maschine wären wertvoll, da die Lage des Zeit- ktes gegenüber dem Totpunkt, in dem die Zündung ritt, den Höchstdruck und somit die Triebwerkbean- ichung, die Form des Indikatordiagramms, die Ver- nnung und den Brennstoffverbrauch bestimmt. Der dverzug darf aber nicht der Zeit gleichgesetzt werden, zwischen Hubbeginn der Brennstoffpumpe und dem ckanstieg im versetzten Indikatordiagramm verstreicht; nehr muß von dieser Zeit der Einspritzverzug ezogen werden, den man getrennt ermitteln muß, wie sselman[14]) angegeben hat.

hanismus der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen

Die Frage, wie das eingespritzte Treiböl nach seiner dung im Dieselmotor verbrennt, ist heute noch nicht st; man kennt noch nicht einmal die Zusammensetzung Treiböle genau, sondern weiß nur, daß sie sehr ver- elte Gemische von Kohlenwasserstoffen sind, ali- tischen, aus dem Erdöl oder dem Braunkohlenteer, iegend von der Zusammensetzung C_nH_{2n+2} (Paraffine) C_nH_{2n} (Olefine oder Naphthene) in kettenförmiger lung, und aromatischen aus dem Steinkohlenteer Naphthalin-, Fluoren-, Phenanthren- und Anthrazen- ppe von ringförmiger Bindung.

Die Verbrennungsgase beider Treibölarten enthalten, den immer vorhandenen Verunreinigungen abgesehen, llgemeinen CO_2 und H_2O. Es steht aber fest, daß sich Verbrennung nicht etwa so vollzieht, daß das Treiböl nach der Zündung in C und H zerfällt und diese Elemente dann einfach in dem Sauerstoff der verdichteten Luft verbrennen. Die Verbrennung der Öle verläuft vielmehr sozusagen mechanisch-zwangläufig über eine große Zahl von Zwischenverbindungen, die bei den Gasölen anders sind als bei den aromatischen Kohlenwasserstoffen.

Als Beispiel führt Franz Fischer[15]) das Xylol (C_8H_{10}) an; sein Molekül wird beim Erhitzen unter Abspalten der Seitenketten zunächst kleiner, wobei vorübergehend Toluol, Benzol, Äthylen, Methan u. a. entstehen; darauf wird das Molekül wieder größer, es entsteht unter Abspaltung von Wasserstoff Diphenyl ($C_{12}H_{10}$), und unter fortschreitendem Wasserstoffverlust bilden sich immer größere Moleküle, die schließlich gleichsam nur noch große Kohlenstoffskelette sind.

Anders verhalten sich die aliphatischen Gasöle, die für den Dieselmotor in erster Linie in Betracht kommen; sie zerfallen beim Erhitzen in kleinere Moleküle, vor allem in Äthylen (C_2H_4). Wahrscheinlich führt dieser Zerfall auch über das Methan (CH_4), da alle Kohlenwasserstoffe dazu neigen, in diesen wasserstoffreichsten Kohlenwasserstoff und in C zu zerfallen[16]). Der Mechanismus der Verbrennung des Äthylens und Methans ist heute bekannt.

Dixon[17]) hatte 1884 gefunden, daß ein vollkommen trockenes Gemisch von Kohlenoxyd und Sauerstoff durch den elektrischen Funken nicht zur Explosion gebracht werden könne[18]), während es bei Zusatz kleinster Mengen Wasserdampf sofort zünde. Während Dixon aber schloß, daß sich die Verbrennung des CO zu CO_2 nach den Gleichungen

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2$$
$$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O$$

vollziehe, bewies Wieland[19]), daß sie auch über Ameisensäure (HCOOH) führen müsse:

$$CO + H_2O = HCOOH$$
$$HCOOH = CO_2 + H_2$$
$$H_2 + {}^1/_2 O_2 = H_2O.$$

Indessen auch dieser Mechanismus der Verbrennung des Kohlenoxyds ist noch nicht richtig; denn v. Wartenberg und

[13]) Fuel Oil in Diesel Engines, „Engineering" Bd. 110 (1920) S. 786.
[14]) Hochdrucköl motor mit Einspritzung des Brennstoffes ohne luft, Z. Bd. 67 (1923) S. 658.

[15]) Die neuesten Anschauungen über die Vorgänge bei der Verbrennung und der Oxydation der Kohlen, Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle Bd. 4 (1920) S. 448.
[16]) H. v. Wartenberg, Verbrennungsvorgänge im Dieselmotor Z. Bd. 68 (1924) S. 153.
[17]) Conditions of Chemical Change in Gases: Hydrogen, Carbonic Oxide, and Oxygen, Phil. Trans. Roy. Soc. London Bd. 175 (1885) S. 617.
[18]) Nach Manchot, Chemiker-Z. Bd. 47 (1923) S. 781, ist trockenes Kohlenoxyd nicht unentzündlich, sondern nur schwer entzündlich.
[19]) Zur Verbrennung des Kohlenoxyds, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. 45 (1912) S. 679.

Sieg[20]) haben gezeigt, daß auch Wasserstoffsuperoxyd H_2O_2, das schon früher bei der Verbrennung von CO gefunden wurde, ein unentbehrliches Zwischenglied der Verbrennung von CO ist:

$$CO + H_2O = HCOOH \quad (1)$$
$$HCOOH = CO_2 + H_2 \quad (2)$$
$$H_2 + O_2 = H_2O_2 \quad (3)$$
$$H_2O_2 = H_2O + {}^1/_2 O_2 \quad (4)$$

CO tritt wieder als Endglied in den Verbrennungsgleichungen von Methan und Äthylen auf, also derselben Stoffe, in die die Gasmoleküle während der Verbrennung zerfallen. Die Verbrennungsgleichung von Methan lautet nach Bone und Wheeler[21])

$$CH_4 + O_2 = CH_2O + H_2O \quad (5)$$

wobei der Formaldehyd CH_2O gleichzeitig nach

$$CH_2O + O_2 = CO_2 + H_2O \quad (6)$$

und nach $$2\,CH_2O + O_2 = 2\,CO + 2\,H_2O \quad (7)$$

zu CO_2 und CO oxydiert wird. CO verbrennt dann weiter über HCOOH, H_2 und H_2O_2 zu CO_2 und H_2O. Verbindet man Gl. (5) bis (7) mit Gl. (1) bis (4), so erkennt man, daß das Methan nach folgendem Mechanismus verbrennen muß:

$$CH_4 + O_2 = CH_2O + H_2O$$
$$CH_2O + O_2 = CO_2 + H_2O$$
$$2\,CH_2O + O_2 = 2\,CO + 2\,H_2O$$
$$CO + H_2O = HCOOH$$
$$HCOOH = CO_2 + H_2$$
$$H_2 + O_2 = H_2O_2$$
$$H_2O_2 = H_2O + \tfrac{1}{2} O_2$$

Es treten also nicht weniger als fünf Zwischenglieder auf, nämlich Formaldehyd, Kohlenoxyd, Ameisensäure, Wasserstoff und Wasserstoffsuperoxyd, die aber alle sofort wieder verschwinden, so daß nur CO_2 und H_2O übrig bleiben.

Ähnliches gilt für Äthylen, das gemäß

$$C_2H_4 + O_2 = 2\,CO + 2\,H_2$$

zu Kohlenoxyd und Wasserstoff verbrennt[22]). Der Mechanismus seiner Verbrennung ist also

$$C_2H_4 + O_2 = 2\,CO + 2\,H_2$$
$$H_2 + O_2 = H_2O_2$$
$$H_2O_2 = H_2O + \tfrac{1}{2} O_2$$
$$CO + H_2O = HCOOH$$
$$HCOOH = CO_2 + H_2$$
$$H_2 + O_2 = H_2O_2$$
$$H_2O_2 = H_2O + \tfrac{1}{2} O_2$$

Die Zahl der Zwischenglieder ist hier um eins geringer als beim Methan.

Die Verbrennungsgleichung von Azetylen lautet

$$C_2H_2 + O_2 = 2\,CO + H_2,$$

folglich der Mechanismus seiner Verbrennung:

$$C_2H_2 + O_2 = 2\,CO + H_2$$
$$H_2 + O_2 = H_2O_2$$
$$H_2O_2 = H_2O + \tfrac{1}{2} O_2$$
$$CO + H_2O = HCOOH$$
$$HCOOH = CO_2 + H_2$$
$$H_2 + O_2 = H_2O_2$$
$$H_2O_2 = H_2O + \tfrac{1}{2} O_2$$

In den Verbrennungsgasen des Äthan aus der Paraffinreihe fand Evans[23]) u. a. Formaldehyd und Ameisensäure, so daß anzunehmen ist, daß das Äthan eine[n] Methan ähnlichen Mechanismus der Verbrennung ha[t]

Ist also erwiesen, daß die Gasöle bei ihrer Ve[r]nung in kleinere Moleküle, in erster Linie Äthyle[n] Methan zerfallen, so wird es äußerst wahrscheinlic[h] mit den angegebenen Mechanismen der Verbrennung die Endglieder der Verbrennung der Gasöle allgeme[in] funden sind. Freilich sind es nur die letzten Abs[c] der Mechanismen; wieviele Reaktionen noch vorher ist nicht bekannt; es ist möglich, daß ihre Zahl seh[r] ist, und es bleibt zu wünschen, daß es der chemische[n] schung gelingt, weitere Aufschlüsse hierüber zu gebe[n] die Vorgänge bei der Verbrennung von Kohlenw[asser]stoffen im Dieselmotor der völligen Aufklärung zuzuf[ühren].

Wenn Zündung und Verbrennung des Treiböles [der] Dieselmaschine in der angegebenen Weise vor sich [gehen], so kann man die Frage aufwerfen, wie man die Ve[rbren]nungsmechanismen beeinflussen kann, damit die Öl[e] zu Kohlensäure und Wasserdampf verbrennen. Daß andere Verbindungen entstehen, ist bekannt; man b[raucht] nur an den so häufigen rauchenden Auspuff zu d[enken]. Sind die Auspuffgase nicht sauber, so enthalten sie [Ruß]teilchen, die nicht reiner Kohlenstoff, sondern hoc[hmole]kulare Kohlenwasserstoffe sind[24]). In diesem Fall h[at der] Mechanismus der Verbrennung einen unerwünschte[n Ver]lauf genommen.

Um das zu vermeiden, darf man u. a. im Verbren[nungs]raum keine wärmegeschützten Teile anordnen, die sic[h über] eine bestimmte Temperaturgrenze, für aliphatische [Treib]öle rd. 600°, erhitzen. Noch flüssige Treiböltr[opfen] dürfen mit so heißen Stellen nicht in Berührung ko[mmen], da sonst eine Art von Kracken auftritt; die Fol[ge ist] rußiger Auspuff, wovon man sich durch einen Ve[rsuch] leicht überzeugen kann.

Im übrigen führt die Frage nach der Beeinflussun[g des] Mechanismus der Verbrennung im Dieselmotor au[f das] wichtige Problem der Gemischbildung, die in weit hö[herem] Maß, als man bisher annahm, ein mechanisches Probl[em ist].

[B 6

Neue englische Versuchstreckenanlag[e] bei Buxton

Das englische Mines Department hat außer d[er im] Jahre 1908 angelegten Versuchstreckenanlage au[f der] Altoftsgrube bei Normanton, Yorkshire, in großzü[giger] Weise eine neue Anlage bei Buxton, Derbyshire, gesch[affen], die die zweite englische Versuchsanlage bei Eskmeals, [Cum]berland, aus dem Jahre 1911 ersetzen soll.

Auf dem sich über 166 ha erstreckenden Geländ[e sind] zwei aus 16 mm dicken Stahlblechen aufgebaute Ve[rsuchs]strecken mit 1,2 und 2,3 m Dmr. und 300 und 90 m [Länge] angelegt. Die Untersuchungen sollen sich zunächst a[uf die] Einwirkung kleiner Öffnungen in der Strecke auf di[e Aus]breitung von Kohlenstaubexplosionen erstrecken[1]). Zu [diesem] Zweck ist die 300 m lange Versuchstreckenanlage, [deren] einzelne Stahlblechschüsse von 7,6 m Länge auf einen [Druck] von 35 at geprüft sind, mit einer Anzahl verschlie[ßbarer] elliptischer Löcher ausgerüstet, deren Gesamtfläch[e dem] Streckenquerschnitt gleich ist. Ein an dem abgeschlo[ssenen] Ende der Strecke aufgestellter Lüfter kann einen [Wetter]strom in beiden Richtungen von 6 m/s Geschwindigk[eit er]zeugen. Längs der Streckenanlage sind mehrere [...]kammern verteilt, die mit Meßvorrichtungen zur Fe[ststel]lung von Flammenlänge, Explosionsgeschwindigkei[t und] -druck weitgehend ausgerüstet sind. Die ähnlich [ein]gerichtete 90 m lange Versuchstrecke ist in der [Haupt]sache für Untersuchungen von Schlagwetterexplo[sionen] gedacht.

Zur Untersuchung der bei Bränden im Alten Ma[nn zu] treffenden Maßnahmen ist ein besonderes aus Bet[on er]bautes Gebäude mit 83 m² Fläche vorgesehen. Der [eigent]liche Versuchsraum kann durch Stahlschiebetüren [nach] außen luftdicht abgeschlossen und von außen mit [...] in verschiedenen Mengenverhältnissen beschickt w[erden], das durch Drahtgaze und Asbestwolle gleichmäßig üb[er die] ganze Kammer verteilt wird.

[N 771]

[20]) Über den Mechanismus einiger Verbrennungen, Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. 53 (1921) S. 2192.

[21]) The slow oxidation of methane at low temperatures, Proc. of the Chem. Soc. Bd. 19 (1903) S. 191.

[22]) Bone und Wheeler, Journ. Chem. Soc. Bd. 81 (1902) S. 535.

[23]) The chemistry of combustion, „The Chemical Age" Bd. 5 (1921) S. 36.

[24]) K. A. Hofmann und W. Freyer, Wasserlösliche [...] aus künstlichen Kohlen, Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. [...] S. 2078.

[1]) „Engineering" Bd. 123 (1927), S. 728.

Kurzprüfung von Anstrichstoffen

Von Dr. M. Schulz, Kirchmöser (Havel)

Vorgetragen in der Fachsitzung „Anstrichtechnik" der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg, 28. Mai 1927

Da die Prüfung von Anstrichstoffen eine mindestens zweijährige Beobachtung erfordert, war die Ausarbeitung von Kurzprüfverfahren notwendig. Auf die Farben wirken die Sonnenstrahlen, der Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, der Wechsel von Wärme und Kälte, Bestandteile der Rauchgase. Beschreibung von Geräten, die in kurzer Zeit diese Einflüsse nachahmen

Die technische Prüfung der Anstrichstoffe wurde bis vor einigen Jahren meist noch handwerksmäßig mittels Probeanstriche ausgeführt, die längere Zeit Witterung ausgesetzt wurden. Sehr häufig ver-ıtete man aber auf dieses langwierige Prüfverfahren beschaffte Anstrichstoffe auf Grund der Ver-ıenswürdigkeit oder auch der Anpreisungen der Lack-ıiken. Mangels genauer Prüfverfahren muß auch jetzt h die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft die Zulassung ıartiger Anstrichstoffe davon abhängig machen, mit diesen hergestellte Versuchanstriche ihre Halt-ceit beim Betriebs- oder Freilagerversuch während rerer Jahre nachweisen. Das Verfahren, das einer ıtischen Erprobung gleichkommt, führt, wenn man den nicht unerheblichen Abweichungen der atmo-ırischen Einwirkungen in Deutschland absieht (lange ıter im Norden, starke Sonnen- und Wärmeeinwir-gen im Gebirge und im Süden, größere Luftfeuchtig-an der Seeküste als im Binnenland), wohl zu dem en Bild der technologischen Eigenschaften von An-ıhstoffen. Da man dieses Bild aber erst nach minde-s zweijährigem Beobachten im Freien erhält, ist dies fverfahren sowohl für den Verbraucher wie für den erer nicht als allen Anforderungen entsprechend zu ıichnen.

Zur Vermeidung dieser umständlichen Prüfart regte vor sechs Jahren gelegentlich einer Beratung mit tretern von größeren Lackfabriken und der wissen-ftlichen Anstrichstoffprüfung im Reichsbahn-Zentral-Berlin, an, der Ausgestaltung eines Kurzprüf-fahrens näher zu treten, das gestattet, sich in er-ich kürzerer Zeit ein Bild von dem Gebrauchswert Anstrichmitteln zu verschaffen. Davon ausgehend, dieser Gebrauchswert, von Sonderforderungen (wie re- und Alkalifestigkeit) abgesehen, durch die Wider-dfähigkeit der Anstriche gegen die atmosphärischen wirkungen dargestellt wird, und daß eine Kurzprü-ı in der Einwirkung der wichtigsten in der Luft ent-enen Stoffe bestehen müsse, die im Wirkungsgrad ıblich verstärkt sind und im häufigen Wechsel wirk-werden, habe ich damals empfohlen, die atmo-ırische Einwirkung auf Anstriche in ihre wichtig-Komponenten zu zerlegen und sie verstärkt und in lerholtem Wechsel anzuwenden. Es kommen hierbei ende Teilwirkungen, nach ihrer Wirksamkeit geord-in Betracht:

die chemisch besonders wirksamen kurzwelligen Strahlen des Sonnenlichts in ihrer Einwirkung sowohl auf trockene Anstriche wie auf Anstriche, die durch Benetzen mit Wasser feucht gehalten werden,
Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit,
Wechsel von Wärme und Kälte,
kommen außerdem die auf Anstriche wie auf Eisen chemisch besonders stark einwirkenden Bestandteile der Rauchgase (schweflige Säure und Kohlensäure) in Betracht.

Die schon im Dezember 1922 in der Nürnberger ıng des seiner Zeit vom Reichsverkehrsministerium erichteten Reichsausschusses für Anstrichverfahren mir geäußerte und damals nicht allgemein geteilte ıcht, daß dem chemisch wirksamen Teile des Sonnen-spektrums eine ausschlaggebende Wirkung für die barkeit von Anstrichen zukommt, wird auch von dem nnten amerikanischen Forscher Gardner geteilt kann jetzt wohl als unbestritten gelten.

Die prüftechnische und, als sogenannte künstliche ensonne, auch ärztliche Verwendung dieser besonkurzwelligen Strahlen, die sich wegen ihrer stärkeren Brechbarkeit über das violette Ende des Spektrums hinaus erstrecken und daher ultraviolette Strahlen genannt werden, ist durch die zuerst von Heraeus, Hanau, in den Handel gebrachte Quarz-Quecksilberlampe (Uviollicht), Abb. 1, ermöglicht worden; denn Quarz läßt im Gegensatz zu Glas die von dem glühenden Quecksilberdampf ausgehenden ultravioletten Strahlen ungehindert durch.

Abb. 1
Quarz-Quecksilberdampflampe

Die künstliche Höhensonne der Quarzlampe enthält alle für unsere Prüfzwecke notwendigen Strahlenarten der natürlichen Höhensonne und gibt die höchste überhaupt mögliche Bestrahlungsdichte der natürlichen Sonnenstrahlen wieder, selbst wie diese im Hochgebirge mit Strahlen bis zu 290 $\mu\mu$ Wellenlänge vorkommt. Sie enthält darüber hinaus aber auch Strahlen von noch kürzeren Wellenlängen, die in der natürlichen Höhensonne nicht vorhanden sind. Diese, wenn man so sagen will, unnatürlich kurzwelligen Strahlen, die bei der Krankenbehandlung bei unachtsamer Anwendung der künstlichen Höhensonne sogar zu Zerstörungen der Hautzellen führen können, sind chemisch noch wirksamer als die ultravioletten Strahlen der natürlichen Höhensonne und daher für die Zwecke der Kurzprüfung, die ja die verstärkte Anwendung der atmosphärischen Komponenten zur Voraussetzung hat, besonders geeignet; das für ärztliche Zwecke in Frage kommende Entfernen dieser besonders kurzwelligen, chemisch stark wirksamen Strahlen durch Vorschaltung von Filtergläsern erübrigt sich daher bei der Kurzprüfung. Aus der Tatsache, daß die Strahlen der künstlichen Höhensonne das Sauerstoffmolekül zu spalten und dabei Ozon zu bilden vermögen, ist zu schließen, daß darin Strahlen von weniger als 200 $\mu\mu$ Wellenlänge vorhanden sind.

Worauf die besondere chemische Wirkung der ultravioletten Strahlen zurückzuführen ist, ist noch nicht geklärt. Physikalisch betrachtet, ist der Energieinhalt dieser Strahlen gering. Man nimmt an, daß die aufprallenden, an sich sehr kleinen Energiemengen sich in punktförmige Wärmezentren umwandeln. Die sehr kleinen, unzähligen Wärmezentren führen, unterstützt von dem aus dem Luftsauerstoff gebildeten Ozon, bei den aus trocknenden Ölen bestehenden Bindemitteln der Anstriche anfangs zu einer schnellen Durchtrocknung und Härtung, schließlich aber zur zerstörenden Oxydation und Verrottung der Oberfläche.

Bei den in den letzten Jahren wegen ihrer schnellen Verarbeitungsfähigkeit zu weitgehender Verwendung gelangten Nitrolackfarben, deren Bindemittel im

Abb. 2
Wetterapparat der I.-G. Farbenindustrie

wesentlichen aus der die Eigenschaften eines leicht zerfallenden Sprengstoffes aufweisenden Nitrozellulose besteht, äußert sich die Wirkung dieser auf den ultravioletten Teil der Sonnenstrahlen zurückzuführenden Wärmezentren in Zerfallerscheinungen der Nitrozellulosemoleküle. Die Wetterbeständigkeit der Nitrolackfarben wird daher die der lein- oder holzölhaltigen Farben nicht erreichen. (Vergl. Erläuterung zu Abb. 11.) Ihre Haltbarkeit wird aber um so größer werden, je mehr es der Anstrichfarbenindustrie gelingt, die leicht zerfallende Nitrozellulose durch andre widerstandfähigere Stoffe von gleich guter Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln zu ersetzen. Dieser Weg ist von den Lackfabriken bereits durch den ständig steigenden Zusatz von Weichmachungsmitteln, Harzen und fetten Ölen mehr oder weniger bewußt beschritten worden.

Die für die Kurzprüfung wichtige an zweiter Stelle genannte atmosphärische Teilwirkung: Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, ist die vermehrte Wiedergabe einer in unseren Breitengraden häufigen atmosphärischen Beanspruchung der Anstriche. Der Aufbau eines Anstriches stellt mit seinen drei Farbfilmen (Grundanstrich, erster und zweiter Deckanstrich), kolloidchemisch betrachtet, disperse Systeme, und zwar im wesentlichen Teile Gele dar, die ähnlich wie z. B. eine Leimschicht, bei der Einwirkung von Wasser, sei dieses flüssig oder dampfförmig, unter Wasseraufnahme quellen und in trockener Luft Wasser z. T. wieder abgeben. Ebenso wie die häufige Wiederkehr starker mechanischer Beanspruchungen im Eisen zu molekularen Umlagerungen und Ermüdungserscheinungen führt, tritt bei dem häufigen Wechsel von Aufquellen und Austrocknen allmählich ein Nachlassen der Elasitizität des Anstriches ein.

Die durch die ultravioletten Strahlen bewirkte Verhärtung der Farbhaut, vermehrt durch die beim wiederholten Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit eintretende Elastizitätsverminderung, führt zum Altern des Anstriches, das sich durch stumpfes Aussehen und digwerden kenntlich macht. Wird der schon unter Einflüssen alternde Anstrich überdies dem als atmosphärische Komponente angegebenen Wechse Wärme und Kälte mehrfach ausgesetzt, so vermag Ausdehnung und Zusammenziehung des als An träger benutzten Eisens nicht mehr zu folgen, die nungen im Anstrich sind größer als die Kohäsion Teilchen, und es bilden sich Risse, durch die das z. T. freigelegt und dem Rostangriff ausgesetzt w

Die als wirksamster Bestandteil der Rau schließlich bei der Kurzprüfung verwendete schw Säure wirkt in zwei Richtungen. Einmal wirkt s die trocknenden Öle und auf die in Mineralsäure lö Farbkörper zersetzend ein, vergrößert dabei z. T. Volumen und lockert den Zusammenhang des Ans außerdem beschleunigt sie das Rosten der durch da rotten des Anstrichs freigelegten und mit Luft und tigkeit in Berührung kommenden Teile der Eisen Je stärker die Rosterscheinungen sind, als um so vorgeschritten muß die Verrottung des Anstrichs sehen werden. Der Verrostungsgrad des Eisens zeichnet also den Verrottungsgrad des Anstrichs.

Neben der Kurzprüfung von Anstrichen auf platten in der eben geschilderten Weise gibt au Feststellung der mechanischen Eigenschaften der filme, d. h. der durch bestimmte Behandlung herg ten freien Anstrichhäute, brauchbare Hinweise f Beurteilung von Anstrichfarben. Als solche me schen Eigenschaften kommen in Frage: Zerreiß keit, Dehnbarkeit und Elastizität. Die hierfür er ten Zahlen müssen aber vorsichtig ausgewertet w insbesondere ist es nicht angängig, von mehrere strichfarben ohne weiteres diejenige als die beste zeichnen, deren Film die höchste Dehnungsfähigkeit So wichtig für die Güte eines Anstriches eine g Dehnbarkeit ist, wichtiger noch ist es, daß er mö hohe Festigkeit und Härte hat. Da Dehnbarke Härte zueinander im Gegensatz stehen, wird die z lende Forderung in einem Kompromiß zwischen zu suchen sein. Schließlich braucht ein Anstrich ja wesentlich dehnbarer zu sein, als die Flächenausde des Untergrundes Eisen (unter dem wechselnden von Kälte und Wärme) oder Holz (unter dem we den Einfluß von Trockenheit und Feuchtigkeit) ve

Die ebenfalls als eine Kurzprüfung zu betrac physikalische Prüfung von Anstrichfilmen auf Fes und Dehnbarkeit wird nach drei Richtungen au stalten sein:

1. muß der Zeitraum zwischen Herstellung der und Vornahme der Zerreißprüfung fes werden,

Abb. 3 und 4
Gerät zur Prüfung der Wetterbeständigkeit vo Anstrichstoffen

a kalte Luft
b warme Luft
c feuchte Luft
d Ammoniak
e Schwefelwasserstoff
f schweflige Säure
g Kohlensäure
h Dampf
i, *p* Zugangsröhren für etwa z verwendende andre Angrif[stoff
k Beregnung
l Flugasche
m Thermometer und Hygro[mete
n Abfluß
o Abzug
q Beleuchtung

Abb. 5. Vergleich zwischen den Ergebnissen der Kurzprüfung und der natürlichen Verwitterung

a, b, c abgelaugter Teil der drei Versuchstafeln
a Hauptkanal *b* Wetterapparat *c* Wasserdampf

müssen die Filme während dieser Zeit in einem Raum von gleichbleibender relativer Luftfeuchtigkeit (zweckmäßig 65 vH) lagern und vor allem empfiehlt es sich, junge Filme bezüglich ihrer Festigkeit und Dehnbarkeit mit natürlich und mit künstlich gealterten Filmen zu vergleichen. Die künstliche Alterung kann durch Bestrahlen mit Uviollicht wie auch durch Erwärmen bis höchstens 90° bewirkt werden.

Von den in den letzten Jahren entstandenen Kurz-verfahren sollen diejenigen beschrieben werden, n Nachprüfung und Bewertung der Deutsche Ver-l für die Materialprüfungen der Technik, Aus-iß 20, gemeinsam mit der Deutschen Reichsbahn-Ge-schaft übernommen hat.

Kurzprüfungen durch bloße Einwirkung von schwefli- Säure unter Mitwirkung von feuchter Wärme auf die suchsanstriche werden seit mehreren Jahren von der kfabrik Gustav Ruth A.-G., Wandsbek, vorgenommen. Verfahren hat nach Angabe der Firma bei der ver-chenden Erprobung neuartiger Anstrichmittel als Be-sprobe zu brauchbaren Ergebnissen geführt. Die Lack-ik G. Ruth wendet also bei ihrem Kurzprüfverfahren ultravioletten Strahlen nicht an.

Einen ähnlichen Standpunkt hierin nimmt das Leuna-k der I.-G. Farbenindustrie ein. Das zur Wetter-ändigkeitsprüfung verwendete Gerät zeigen Abb. 2 4. Die Versuchsplatten werden 14 Tage lang einer rmebehandlung unter zeitweiligem Zuleiten von Dampf esetzt und dann 14 Tage lang einer Kältebehandlung r Verwendung von flüssiger Luft. Die dem Leuna-k mit seinen viele Kilometer langen Eisenrohrleitun- im großen Umfange zur Verfügung stehenden Ver-sunterlagen gestatten einen guten Vergleich der im zprüfverfahren gewonnenen Ergebnisse mit den Be-bsergebnissen. Da im Leuna-Werk wie auch in andern nischen Großbetrieben durch die zahlreich vorhandenen ltürme mit einer verhältnismäßig starken und dauern- Feuchtigkeitseinwirkung zu rechnen ist und außerdem h verschiedenartige Industriegase in anormal großen gen zur Einwirkung gelangen, ist das Versuchsgerät Leuna-Werks in Anlehnung an die Betriebsbeanspru-ngen der Anstriche so gehalten, daß man alle Arten Gasen, insbesondere Ammoniak und Schwefelwasser-f, auf die Versuchsplatten einwirken lassen kann.

Man wird das Ergebnis von Kurzprüfungen unter dem fluß solcher Gase nicht ohne weiteres in Vergleich mit von Kurzprüfungen stellen können, bei denen die terbeständigkeit im allgemeinen, d. h. die Widerstand-gkeit von Anstrichen nur gegen die Normalatmosphäre, dergegeben werden soll, und bei denen von Gasen bloß in Industriegebieten gewöhnlich vorkommenden Rauch-bestandteile (SO_2 und CO_2) mitwirken. Der Vergleich schen den Ergebnissen der Kurzprüfung und der natür-en Bewitterung zeigt nach den Feststellungen des na-Werks stets gute Übereinstimmung, Abb. 5.

Der untere (helle) Teil der drei Versuchstafeln ist ch Ablaugen von dem Anstrich befreit, wodurch die chmäßige Verteilung der dunkeln Roststellen auf den Platten deutlich zu Tage tritt.

Wenn das Leuna-Werk eine besondere Wirkung der ultravioletten Strahlen bei ihren Versuchen nicht hat feststellen können, so ist dies wahrscheinlich vor allem darauf zurückzuführen, daß der anstrichzerstörende Einfluß der in diesem chemischen Großbetrieb neben den natürlichen in der Luft enthaltenen Stoffen vorkommenden besonderen Industriegase (NH_3 und H_2S) stark überwiegt.

Ebenso wie die Reichsbahn legt auch Gardner bei seinem Kurzprüfverfahren besonderen Wert auf die Verwendung von Uviollicht. Das sogenannte Gardner-Rad, Abb. 6, verwenden die Zöllner-Werke A.-G., Berlin-Neukölln. Die bei der Erprobung neuer Anstrichmittel gemachten Erfahrungen sind nach Angabe der Zöllner-Werke, die bereits mehrere dieser Räder benutzen, sehr befriedigend. Bei diesem Gerät werden die Versuchsanstriche bei jeder Umdrehung des Rades an einer Uviollampe und einer Heizlampe vorbei und außerdem durch kaltes Wasser geführt. Hierdurch soll die bisherige Dauerprüfung auf Wetterbeständigkeit auf ein Siebentel der Zeit abgekürzt werden[1]. Die Konstruktion dieses Gerätes erscheint mir insofern noch nicht ganz zweckmäßig, als nur etwa die Hälfte der in der Quarzlampe erzeugten Strahlen einwirkt. Der über der Quarzlampe angebrachte Metallschirm soll die den Versuchsanstrichen abgewendete Hälfte der Strahlen durch Reflektion zur Geltung bringen. Die Wirkung eines Reflektors bei dieser Art Strahlen ist jedoch nur geringfügig, weil die kurzwelligen Strahlen nicht reflektiert, sondern zum größten Teil verschluckt werden.

Die Chemisch-Technische Reichsanstalt hat für die Schnellprüfung von Anstrichen eine dem Gardner-Rad ähnliche Einrichtung, Abb. 7, getroffen. Sie unterscheidet sich aber von dem Gardner-Rad dadurch, daß gleiche Anstriche (auf fünf verschiedenen Platten) durch fünf Tauchbäder geleitet werden, wobei sie in diesen gleichzeitig fünf verschiedenen Beanspruchungen durch Wasser, Säuren, Alkalien oder Salzlösungen unterworfen werden können. Die ursprüngliche Prüfungsanordnung ohne Benutzung der

[1] Vergl. Schmidinger, „Korrosion und Metallschutz", Bd. 2 (1926) S. 24.

Abb. 6
Gardner-Rad der Zöllner-Werke, A.-G.

Abb. 7
Tauch- und Bestrahlgerät der Chemisch-Technischen Reichsanstalt

Quarzquecksilberlampe ist auch auf gleichzeitige Bestrahlung mit Uviollicht ausgedehnt worden[2]). Das Gerät wird durch ein Uhrwerk angetrieben. Die zu prüfenden Anstriche werden während einer Dauer von 20 min durch die Flüssigkeiten geführt und dann 40 min der Lufteinwirkung und der Bestrahlung ausgesetzt. Nach dem vorgenannten Jahresbericht der Chemisch-Technischen Reichsanstalt entsprechen die Kurzprüfungsergebnisse gut den Ergebnissen der Freilagerversuche.

[2]) Vergl. Chemisch-Technische Reichsanstalt (1924/25) Jahresbericht 4.

Abb. 8
Uviol-Bestrahlgerät der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft

Die bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wendeten beiden Bestrahlgeräte, Abb. 8, sind mit und zwei Quarzlampen versehen und können 76 un also insgesamt 128 Versuchsplatten von je 125 × 20(Größe zur gleichzeitigen Bestrahlung aufnehmen. U infolge Absorption durch Reflektoren wie beim Ga Rad entstehenden Verlust an Uviolstrahlen zu verm werden die Versuchsplatten um die in der Mitte befindl Lichtquellen im Abstand von 300 mm durch ein Kette herumgeführt, das durch ein im Kugellager lauf Rad so in gleichmäßiger Bewegung erhalten wird, da Kettenband in 3 min einmal umläuft. Die als Träge Versuchsanstriche dienenden Eisenplatten werden dur Bestrahlung auf 30 bis 50° erwärmt. Durch mehr weniger weites Öffnen der am Schrank oben angebra Abzugklappen kann die Temperatur im Innern Schrankes und damit die der Versuchsplatten ge werden.

Im unteren Teile der Bestrahlgeräte ist ein Fl keitsbehälter angebracht, dessen Inhalt durch ein einer Kältemaschine in Verbindung stehende Kühlsch auf 0° und darunter abgekühlt, wie auch durch eine schlange beliebig erwärmt werden kann. Die durc Bestrahlung auf 30 bis 50° oder durch Einschalten besonderen Heizlampe noch höher erwärmten Vers anstriche können also bei jedem Durchgang durch Flüssigkeitsbehälter einem regelmäßig wiederholten s fen Temperaturwechsel unterworfen werden. Durch

Abb. 9
Gefrierkasten

leeren des Behälters ist die Möglichkeit gegeben, die suchsanstriche nicht nur unter ständiger Feuchterha sondern auch im trocknen Zustand den Uviolstrahlen zusetzen.

Die durch die Bestrahlung hervorgerufene Ve rung der Anstriche besteht in einem schnelleren D trocknen und Härten, so daß die Wirkung der Be lung als ein künstliches Altern zu bezeichnen ist. so alternde Anstrich wird unter dem Einfluß von fachem Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit un Wärme und Kälte zum Quellen und Schrumpfen und lich zum Spröde- und Rissigwerden gebracht. Der dem wegen seiner Sprengwirkung auf verhärtete wichtige Einfluß gefrierender Feuchtigkeit wird wiederholtes Einhängen der mit Wasser gesättigten striche in einen Kühlbehälter von —5° nachge Abb. 9.

Da die durch diese Behandlungsweisen hervorge Verrottung des Anstriches, abgesehen vom Kreidigw und Verlust des Glanzes, für das Auge nicht immer lich genug zutage tritt, kommt die Behandlung mit Schwefligsäure-Luftgemisch von 1 vH SO_2-Gehalt Abb. 10. Die schweflige Säure hat, als schädlichste standteil der Rauchgase, die für den Versuchszweck stige Eigenschaft, nicht nur die ölhaltigen Bindemitt Anstriche anzugreifen, sondern beim Zusammentreffe ungeschütztem Eisen auf dieses im Verein mit Feucht und dem Sauerstoff der Luft stark angreifend einz ken und damit den Verrottungsgrad des Anstrich kennzeichnen.

Um ein Bild von der Wetterbeständigkeit eines striches zu haben, muß man den geschilderten Gan

Abb. 10
Behandlung des Anstriches mit SO_2 und CO_2

:zprüfung im allgemeinen sechsmal auf den Versuchs-trich einwirken lassen. Hierfür sind etwa sechs Wochen ɪrderlich. Diese Zeit ist für ein Verfahren, das als ·zprüfung bezeichnet wird, noch reichlich lang. Es ist ɪch zu bedenken, daß der Gewinn gegenüber der für ilagerversuche erforderlichen Zeit schon recht groß und daß eine Überspannung der Einwirkung der ɔsphärischen Teilwirkungen in bezug auf Energie-wand und häufigen Wechsel wohl zum schnelleren rotten und Zerstören von Anstrichen führen kann, daß mit aber auch die Gefahr erhöht wird, Ergebnisse zu alten, die von denen der natürlichen atmosphärischen wirkung zu stark abweichen.

Die Versuche, die Dauer der Kurzprüfung auf eine noch zere Zeit zusammenzudrängen, werden natürlich fort-tzen sein; maßgebend muß jedoch immer bleiben, daß stets zum Vergleich heranzuziehenden Anstriche mit ben, deren technologische Eigenschaften man auf nd langdauernder Freilagerversuche genau kennt, nach Kurzprüfung ein dem natürlichen Verrottungszustand prechendes Aussehen zeigen. Für solche Anstriche vendet man Bleiweiß, Zinkweiß und Lithopon. Den d der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der zprüfung und der Dauerprüfung zeigen Abb. 11 und 12.

In Abb. 11 geben die Tafeln *a* bis *d* die Ergebnisse von ilagerversuchen, die Tafeln *e* bis *h* die von Kurzprüfun- wieder. Die Freilagerversuche haben drei Monate, die zprüfungen drei Wochen gedauert. Die Tafeln *a* und *e*

Abb. 12
Lichtbilder von vier Eisentafeln mit gleichem Anstrich, nach drei verschiedenen Zeit-abschnitten aufgenommen.
a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2 Kurzprüfung
a_3, a_4, b_3, b_4, c_3, c_4 Freilagerung

Abb. 11
Versuchsanstriche, im Freien ausgehängt und kurzgeprüft
a bis *d* Ergebnisse von Freilagerversuchen / *e* bis *h* Ergebnisse von Kurzprüfungen *a* und *e* mit Ölbleimennige grundiert, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h* mit verschiedenen Nitrolacken in Verbindung mit Zinkweiß grundiert

sind mit Ölbleimennige grundiert, haben in der Mitte einen Deckanstrich und am linken Rand zwei Deckanstriche von getöntem Zinkoxyd in Leinölfirnis. Die andern Tafeln sind statt mit Bleimennige mit verschiedenen Nitrolacken in Verbindung mit Zinkweiß als Farbkörper grundiert und darauf wie die Versuchstafel *a* mit einem oder zwei Deck-anstrichen von Zinkoxydfarbe versehen worden.

Zweck dieser Versuche war, festzustellen, ob Nitrolack-farben wegen ihrer angeblichen Wasserundurchlässigkeit geeignet sind, Bleimennigeanstriche als Rostschutzmittel zu ersetzen oder zu ergänzen. Das Ergebnis zeigt bei der Kurzprüfung wie beim Freilagerversuch übereinstimmend die Überlegenheit der Bleimennige. Bei der Kurzprüfungs-tafel *e* zeigt sich die stark bleichende Wirkung der ultra-violetten Strahlen auf die Bleimennigegrundierung im Ge-gensatz zum Freilagerversuch, bei dem eine bleichende Wirkung des Sonnenlichts, da die Tafeln im Winter aus-gehängt waren, nicht zur Geltung gekommen ist, der Men-nigegrund noch rot geblieben ist und daher auf dem Licht-bild dunkel erscheint. Die nach rechts zunehmende Ver-witterung der drei mit Nitrolackfarbe grundierten Tafeln tritt bei den Kurzprüfergebnissen in einer den Freilager-versuchsergebnissen entsprechenden Steigerung in Er-scheinung.

Abb. 12 gibt nach drei verschiedenen Zeitabschnitten aufgenommene Lichtbilder von vier Eisentafeln wieder, die den gleichen zweimaligen Lithopon-Leinölfirnisanstrich er-halten haben, wobei aber die Tafeln a_1, b_1, c_1, a_3, b_3, c_3 vor dem Anstrich durch Sandstrahlbehandlung von der Walz-haut befreit worden sind, während auf den Tafeln a_2, b_2, c_2, a_4, b_4, c_4 die Walzhaut erhalten geblieben ist. Die Tafeln a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2 stellen Kurzprüfungsergebnisse, die Tafeln a_3, a_4, b_3, b_4, c_3, c_4 Freilagerversuchsergebnisse dar. Die Tafeln a_1 und a_2 geben die Kurzprüfergebnisse

Abb. 13
Verrottungsgradskala der I.-G. Farbenindustrie

nach zwei Wochen, die Tafeln b_1, b_2 nach vier Wochen und die Tafeln c_1 und c_2 nach sechs Wochen wieder. Die Tafeln a_3 und a_4 geben die Freilagerversuchsergebnisse nach acht Wochen, die Tafeln b_3 und b_4 nach zehn Wochen und die Tafeln c_3 und c_4 nach zwölf Wochen wieder. Die Tafeln a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2 lassen den schnellen Verrottungsfortschritt im Verlauf des Kurzprüfungsganges deutlich erkennen, während die Tafeln a_3, a_4, b_3, b_4, c_3, c_4 als Freilagerversuchsergebnisse einen naturgemäß langsameren, aber ebenfalls deutlich erkennbaren Verrottungsfortschritt zeigen. Das Ergebnis der Kurzprüfungen entspricht somit gut dem der Freilagerversuche. Außerdem zeigt der Vergleich der Tafeln a_1, b_1, c_1, a_3, b_3, c_3 mit den Tafeln a_2, b_2, c_2, a_4, b_4, c_4 deutlich, daß die von der Walzhaut befreiten Eisentafeln durch den Anstrich erheblich weniger geschützt werden als die Eisentafeln, bei denen die Walzhaut erhalten geblieben ist.

Je mehr man von Kurzprüfungen solcher Art Gebrauch macht, um so notwendiger ist es, sich über gewisse Normen für die Größe der dabei entstehenden Rosterscheinungen zu einigen. Die von der I.-G. Farbenindustrie in Verrottungsgrad 1 bis 6 eingeteilte Skala, Abb. 13, gibt eine brauchbare Grundlage für diese Normung.

Wenn nun die Frage aufgeworfen werden würde, welches der beschriebenen Kurzprüfverfahren als das geeignetste anzusehen und allgemein einzuführen sei, so wäre eine Antwort darauf zur Zeit verfrüht. Wir stehen hier am Beginn einer Prüfungsart, deren Weiterentwicklung oder gar endgültige Form jetzt noch nicht genügend zu übersehen ist, und die, wie hier nebenbei bemerkt sein mag, nicht nur auf Anstrichmittel beschränkt bleiben, sondern, zweckentsprechend abgeändert, auf alle Stoffe angewendet werden soll, die beim Gebrauch den atmosphärischen Einwirkungen in besonderem Maße ausgesetzt sind, z. B. Textilien, Gummischläuche für Zugheizung und -brem Dacheindeckungsstoffe usw.

Ein vorläufiger Vergleich der beschriebenen Kur verfahren ist durch den Deutschen Verband für di terialprüfungen der Technik, Ausschuß 20, in die We leitet worden. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, diesem Ausschuß vertreten ist, hat eine große Zah schiedenartiger Anstriche an sechs verschiedenen S Deutschlands ausgehängt, wobei in der Auswahl de die Unterschiede der klimatischen Verhältnisse De lands berücksichtigt worden sind. Diese große Zah Freilagerversuchen mit verschiedenen Anstricharte eine Grundlage für die technologische Bewertung de schiedenen Anstrichstoffe geben, die ein zum große noch unbekanntes Gebiet ist; dann aber sollen die h gewonnenen umfangreichen Unterlagen die Vergleich lage für die Beurteilung von Kurzprüfergebnissen l die mittels der beschriebenen fünf Verfahren an Ver anstrichen durchgeführt werden, die mit den gleiche ben hergestellt sind wie die Freilageranstriche.

Durch den Vergleich von Kurz- und Langprüf nissen wird man wertvollen Aufschluß darüber er welche der fünf Kurzprüfverfahren den verschie atmosphärischen Beanspruchungen am nächsten ko und ob und welche Verstärkung oder Abschwächun zelner Einwirkungsarten geboten ist. Bei diesen sich scheinlich auf mehrere Jahre erstreckenden Arbeite den die geeignetsten Prüfungskomponenten jedes V rens allmählich hervortreten, so daß wir im Lau Zeit zu einer Annäherung der verschiedenen Arbeits und endlich zu einem Einheitsverfahren kommen w das unter Weglassung des Zusatzwortes „Kurz" et Verwitterungsprüfung von Anstrichstoffen zu beze wäre. [B

Amerikanische Hochspannungskabel für 132 kV

In Amerika sind zwei Hochspannungskabel mit hohler Ader, Bauart Pirelli[1]), verlegt worden, die sich im Betrieb wohl gut bewährt, aber anscheinend bei der Verlegung und bei Instandsetzungen einige Schwierigkeiten bereitet haben. Das veranlaßte die Public Service Electric & Gas Co. of Newark, N. J., Versuche mit neuen Hochspannungskabeln für 132 kV zu machen[2]). Die einadrigen Kabel wurden von drei Firmen geliefert, denen es freigestellt war, wie sie die Kabel ausführen wollten; es war lediglich zur Bedingung gemacht worden, daß die Kabel bei der Abnahmeprüfung den Anforderungen entsprächen.

Die Standard Underground Cable Co. lieferte ein Kabel mit hohler Ader und Fettfüllung, Abb. 1. Der Bleimantel ist innen gerieft, damit das Öl von den Verbindungsstellen aus besser fließen kann. Das Kabel ist 24 mm dick mit getränktem Papier isoliert; um die Isolation ist ein metallisches Papierband gewickelt.

Die Safety Cable Co. lieferte ein Kabel von der bei rd. 70 kV gewählten Ausbildung mit verseilter Ader, Abb. 2. Die Isolation ist ebenfalls 24 mm dick. Die einfache, normale Ausführung des Kabels erscheint besonders bemerkenswert.

Bei dem Kabel der Okonite-Callender Cable Co. ist der Leiter geteilt, Abb. 3. In der Mitte befindet sich eine verseilte Ader; um diese herum, durch eine 6 mm dicke Papierschicht isoliert, ist der andre Teil des Leiters als hohle zweite Ader gewickelt. Die äußere Isolation um diese Hohlader ist 25 mm dick.

Die Kabelverbindungen wurden bei zwei Kabeln mit Maschinen nach dem Verfahren der Underground Cable Co. hergestellt[3]); die Okonite-Callender Cable Co. benutzte für die Verbindungsstellen ihres Kabels Papier und getränkte Bänder, die mit der Hand gewickelt wurden. Über dieses Verfahren soll später Näheres veröffentlicht werden, wenn es sich bewährt hat.

Die Kabelrohre bestehen aus Fiber und sind in Beton eingebettet in drei verschiedenen Anordnungen:

1. vier Rohre senkrecht übereinander, von denen das dritte von oben leer ist und nur zu Messungen dient;
2. vier Rohre wagerecht nebeneinander, von denen eines der äußeren leer ist zu Messungen;
3. je zwei Rohre in zwei Reihen; ein Rohr der unteren Reihe ist leer zu Messungen.

[1]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1335. [2]) „Electrical World" Bd. 90 (1927) S. 57.
[3]) Journal of the Am. Inst. of El. Eng. Bd. 46 (1927) S. 252.

RZ697Z1-3

Abb. 1 Hohlkabel mit Fettfüllung und gerieftem Bleimantel der Standard Underground Cable Co.

Abb. 2 Verseiltes Kabel normaler Bauart der Safety Cable Co.

Abb. 3 Kabel mit ge Leiter der O Callender Ca

In jedem Rohr, in dem ein Kabel liegt, sind in ve denen Querschnitten je drei Thermoelemente angeb auf dem Kabelmantel, an der Rohrwand und in dem raum zwischen Rohrwand und Kabel; in den leeren sind je zwei Thermoelemente senkrecht übereinan einigem Abstand von der Wand angebracht. Außerde Thermoelemente auf dem ganzen Umfang der (bei nung 1 und 2) rechteckigen oder (bei Anordnung 3) q tischen Betonumwehrung verteilt.

Weiterhin wurde in einem Querschnitt ein 5,5 m 1,8 m tiefes Netz von Thermoelementen im Erdboden recht zu den Kabelrohren eingebettet; die oberste der Thermoelemente, die 300 mm Abstand voneinander liegt 200 mm unter der Oberfläche; in der Nähe der leitung sind die Abstände der Thermoelemente auf 1 verringert. Zur Messung plötzlicher Spannungserhö ist ein dreiphasiger Klydonograph[4]) eingebaut. Bei legen des Kabels wurde die erforderliche Zugkra einem Dynamometer gemessen; der Höchstwert rd. 700 kg; der höchste plötzliche Zug belief si rd. 2400 kg. Während des Verlegens wurde das mit Fett geschmiert.

Seit dem 1. Juni d. J. ist das Kabel unter volle in Betrieb; über die umfangreichen Prüfungen, di nicht abgeschlossen sind, ist ein ausführlicher Beri erwarten. [M 697]

[4]) Z. Bd. 68 (1924) S. 859 und Bd. 71 (1927) S. 1013.

Ein neuer Zähigkeitsprüfer (Viskosimeter)

Von Dr. phil. Albrecht und Dipl.-Ing. Wolff, Göttingen

as neue Gerät zeichnet selbsttätig die Dämpfung eines Pendels auf, das in Öl schwingt. Diese Dämpfung ist ein Maß der Zähig-eit. Das Gerät erlaubt daher ohne Umbau, sehr hohe bis sehr geringe Zähigkeiten zu messen, insbesondere auch von Farben, verschmutzten oder graphitierten Ölen bei beliebigen Temperaturen.

Zweck des Gerätes

as Gerät dient dazu, in kürzester Zeit Zähigkeits-Temperaturkurven von Flüssigkeiten mit möglichster Genauigkeit schriftlich aufzunehmen. esonderer Zweck ist, die den übrigen Zähigkeits-n anhaftenden Nachteile zu vermeiden, die sich ren fortwährender Anwendung in der Versuchs-ng Göttingen der Deutschen Reichsbahn gezeigt Die Anregung zum Bau des Gerätes sowie seine alische Grundform gab der Leiter dieser Abteilung, bahnrat Müller.

e Mängel der bisherigen Geräte sind:

:ngler-Gerät:

ngenauigkeit beim Umrechnen auf absolute Zähig-eitswerte von 1 Englergrad an abwärts;

hr lange Versuchsdauer bei hohen Zähigkeiten, lbst bei Anwendung des Zehntelgefäßes (Zylinder- bei 20° im Zehntelgefäß ½ h, Mineralöl bei 20° großen Gefäß ¾ h);

nmöglichkeit über 150° Messungen vorzunehmen Veränderung der Ausflußkapillare durch Wärme-sdehnung).

Kapillargeräten:

nterbrechung der Kurvenaufnahme durch Aus-chseln der Kapillaren;

nge Versuchsdauer bei hohen Zähigkeiten;

iufiges Zerbrechen der Kapillaren bei starkem brauch.

ie Gerät bietet folgende Vorteile:

ößere Genauigkeit des Meßgerätes von 0,1 Poisen er ~ 2 Engler an abwärts, weil die Kurve des impfungsbeiwertes in diesem Gebiet steiler fällt bb. 1). Beim Engler-Gerät scheint das Öl zwischen 0 und 150° sich wenig (~ 0,5 Engler) zu ändern, daß die Streuung der Werte die Genauigkeit be-nträchtigt;

iwendbarkeit innerhalb sehr großer Zähigkeits-enzen (von ungefähr 30 Poisen an abwärts), und ar ohne irgend eine Unterbrechung der Messung r Reinigung des Gerätes;

rsuchsdauer für je eine Messung höchstens 10 min;

wendungsmöglichkeit auch bei höheren Tem-aturen (150° und mehr);

bsttätige Aufnahme der Kurve, ohne den Fehler es Beobachters;

glichkeit, graphitierte oder verschmutzte (aus nigungsanlagen stammende) Öle zu messen, ohne rungen befürchten zu müssen.

Beschreibung des Gerätes

e Pendel-Zähigkeitsprüfer, Abb. 2 bis 4, besteht n Pendel *a* mit verstellbarem linsenförmigem Ge-Das Pendel hat oben einen Wagebalken *c*, in dem llschräubchen *d* angebracht sind, die eine Fein-ng der Schwingungszeit ermöglichen. Über dem

Abb. 1
Verschiedene Kurvenform bei demselben Öl

Dämpfungsbeiwert
Englergrade
Temperatur

Abb. 2
Pendelzähigkeitsprüfer

a Pendel *b* verstellbares linsenförmiges Gewicht *c* Wagebalken *d* Stellschräubchen für Feineinstellung *e* Rahmen für *f* Kügelchen und *g* Spiegel *h* Ölgefäß *i* Überlaufrohr *k* äußeres Gefäß mit eingebauter elektrischer Heizung *l* luftdicht abgeschlossener Kasten *m* Lampe mit *n* Punktblende *o* Linse *p* Rohr für die Linse *q* Antrieb zur Fortbewegung des Papiers *r* Schnurübertragung *s* Elektromagnet *t* Thermometer *u* Schneide *v* Gradeinteilung

Wagebalken *c* sitzt ein Rahmen *e*, der das Kügelchen *f* und den Spiegel *g* trägt. Das Kügelchen *f* taucht bis zu einer bestimmten Tiefe in das Ölgefäß *h*. Ein Überlaufrohr *i* sorgt dafür, daß die Standhöhe der Flüssigkeit immer dieselbe bleibt, auch wenn infolge Erwärmung das Öl sich ausdehnt. In dem äußeren Gefäß *k* ist eine elektrische Heizung eingebaut, um die zu prüfende Flüssigkeit auf jede gewünschte Temperatur zu bringen.

Im lichtdicht abgeschlossenen Kasten *l*, Abb. 4, rollt der photographische Film ab, auf den die Schwingungen selbsttätig aufgezeichnet werden, indem eine Lampe *m* mit Punktblende *n* durch die Linse *o* im Rohr *p* mittels des Spiegels *g* einen Lichtpunkt auf den Film wirft. Der mit dem Wagebalken *c* fest verbundene Spiegel *g*, und damit der Lichtstrahl, macht alle Bewegungen des Pendels *a* mit, während das Papier durch den Antrieb *q* (umgebautes Morse-Gerät) und die Schnurübertragung *r* fortbewegt wird.

In dem Kasten *l* befindet sich ein Tisch, über den der Film weggeführt wird, und an dem eine spitze Nadel angebracht ist, die auf dem Film die Null-Linie aufzeichnet. Der Tisch sorgt gleichzeitig für ein gleichmäßiges Aufliegen des Films. Der Elektromagnet *s* läßt das Pendel immer aus einer bestimmten Schwingungsweite abschwingen und gewährleistet eine genaue Auslösung, wobei die Glühbirne *a*, Abb. 3, nur als Widerstand zur Erzeugung eines schwachen Gleichstromes dient.

Zur Nachprüfung der Eintauchtiefe des Kügelchens *f*, Abb. 2, in die zu prüfende Flüssigkeit, dienen zwei Lehren *a* und *b*, Abb. 5 und 6. Die Lehre *a*, Abb. 5, prüft den Abstand zwischen dem Kügelchen *f*, Abb. 2, und der oberen Querleiste des Wagebalkens *c*, Abb. 2, und die Lehre *b*, Abb. 5, den Abstand zwischen Oberkante Überlaufrohr *i*, Abb. 2, und der oberen Querleiste des Wagebalkens *c*, Abb. 2. Die Öltemperatur mißt man mit dem Thermometer *t*, Abb. 2, dessen Quecksilberkugel mit einer kugelförmigen Hülse von 12,71 mm Dmr. umgeben ist und dadurch die Reibung in der Flüssigkeit erzeugt. Man mißt also die Temperatur derjenigen Ölteilchen, an denen auch die Reibung gemessen wird und bekommt keine Fehler, falls innerhalb des Ölbades Temperatur-

Abb. 3
Pendelzähigkeitsprüfer
a Glühlampe *b* Thermometer

Abb. 5
Lehren zum Nachprüfen der Eintauchtiefe des Kügelchens

Abb. 4
Innenansicht des lichtdicht abgeschlossenen Kastens

Abb. 6
Lehren eingebaut

unterschiede bestehen. Man kann jedoch, um dies festzustellen und nach Möglichkeit zu vermeiden, ein zweites Thermometer *b*, Abb. 3, einführen. Gleichmäßigkeit der Temperatur innerhalb des Ölbades erreicht man durch Rühren mit dem Pendel selbst, vor der Aufnahme. Die senkrechte Stellung des Pendels wird mittels der vier Schrauben am Grundbrett erreicht. Der Magnet *s*, Abb. 2, wird so eingestellt, daß 10° Anfangsausschlag für die Mittelachse des Pendels erreicht ist, die ihrerseits durch die Schneide *u*, Abb. 2, bestimmt ist. Zur ungefähren Beurteilung der Abnahme der Schwingungsweite dient die Gradeinteilung *v*, Abb. 2, unten an der Hauptsäule des Pendels.

Bedienung des Gerätes

Die zu prüfende Flüssigkeit wird in das Ölgefäß *h*, Abb. 2, eingefüllt und auf die gewünschte Temperatur gebracht, wobei durch Schwingenlassen des Pendels eine gleichmäßige Temperatur im ganzen Ölgefäß erreicht wird. Hierauf wird das Pendel von dem Elektromagnet angezogen und festgehalten, der Filmantrieb *q* in Bewegung gesetzt, so daß der Film über den Tisch läuft, und die Lampe *m* angezündet. Das Pendel wird ausgelöst und eine Schwingungskurve bis zu einem bestimmten Mindestausschlag (ungefähr 3°) aufgenommen. Wie der folgende Abschnitt zeigt, ist die Schwingungszeit nicht zur Berechnung des Dämpfungsbeiwertes notwendig, so daß ein ungleichmäßiges Ablaufen des Filmes keine Störung verursacht.

Der Film wird in der Dunkelkammer entwickelt, und die Schwingungen werden ausgemessen; an Stelle eines Filmes genügt ein wesentlich billigeres licht-liches Papier, das aber nicht pausfähig ist. D kann man bei Tageslicht einlegen, da die Filmro einem gewöhnlichen Papier von ungefähr 30 cm L beiden Enden lichtdicht überwickelt sind. Die enden werden unter der Nadel durchgezogen und ziehenden Rolle befestigt. Auf dem Tisch ist ein angeordnet, auf den die Nadel genau eingestellt auf den der Lichtstrahl in Ruhelage des Pende lichst genau zeigen soll, was durch Einstellen d gels erreicht wird. Etwaige Abweichungen werd her bei der Ausmessung berücksichtigt. Ein V des Filmes durch Wässern und Trocknen, was Größe des Anfangsausschlages genau meßbar i in der Rechnung von selbst heraus.

Einen scharfen Lichtpunkt stellt man auf d durch Verstellen des großen Rohres *p*, Abb. 2, ein die Linse *o* eingelassen ist. Durch sie wird ein Bild der Punktblende *n* erzeugt, die ihrerseits möglichst fein sein muß. Im Spiegel *g* ist der Lic noch unscharf.

Berechnung der Kurven

Aus der Dämpfungskurve wird eine Zahl die den Dämpfungsbeiwert darstellt. Dieser wi risch (durch Eichung) mit der absoluten Zähigk bunden. Es handelt sich um Kurven, die die f dämpfte Schwingung darstellen[1]). Voraussetzung die Dämpfung nicht so stark ist, daß die Kurve *b* entsteht.

[1]) Vergl. „Hütte" 1915 Bd. 1 S. 221.

...iterhin sei Voraussetzung, daß der Widerstand ...ional der Geschwindigkeit sei, also bei der ... Bewegung der Kugel im tiefsten Punkt am größ... Falls der Widerstand schneller als verhältnisgleich ...eschwindigkeit steigt, wird sich dieser Fehler ... bei der Berechnung der Kurve zeigen, indem ver...ne Werte für die Dämpfungszahl herauskommen, ...ndem man 5 oder 10 Schwingungen zur Berechnung ...icht. Der Widerstand wird dann schneller als bis...t der Geschwindigkeit steigen, wenn man oberhalb ...itischen Geschwindigkeit ist. Es sei:

- ... die Masse desjenigen mathematischen Pendels, das gleiche Schwingungszeit und gleiches Trägheitsmoment hat $\left(\frac{\text{kgs}^2}{\text{m}}\right)$,
- ... das zu m gehörige Gewicht (kg),
- ... jeweiliger Ausschlag (m) senkrecht auf die Mittelachse gemessen, bei einem Halbmesser gleich 1 m, so daß x dimensionslos ist und den Sinus des Ausschlagwinkels darstellt. Die rücktreibende Kraft ist daher proportional x, also $= G\,x$,
- ... Zeit von dem ersten Durchgang durch die Mittellage (s),
- ... Zeit einer Doppelschwingung (s),
- ... Dämpfungsbeiwert $\left(\text{kg}\,\frac{\text{s}}{\text{m}}\right)$.

...e grundsätzliche Differentialgleichung lautet:

$$m\,g\,x + m\,\frac{d^2 x}{d\,t^2} + c\,\frac{d\,x}{d\,t} = 0 \quad \ldots\ldots \quad (1),$$

...rten: die Summe folgender Kräfte muß null sein:
...die rücktreibende Kraft $(m\,g\,x)$,
...die Beschleunigung der Masse $\left(m\,\frac{d^2 x}{d\,t^2}\right)$,
...die Dämpfungskraft = Dämpfungsbeiwert × Ge...schwindigkeit $\left(c\,\frac{d\,x}{d\,t}\right)$.

...tegration führt zu folgender Gleichung:

$$c = \frac{1}{z\,\pi}\,\frac{G}{\sqrt{g\,l}}\,\ln\frac{A}{a} \quad \ldots \quad \ldots \quad (2).$$

...mension erhält man: $c = \frac{\text{kg}}{\sqrt{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot\text{m}}} = \frac{\text{kg s}}{\text{m}}$.

...rin ist:
- A Anfangsausschlag, a Endausschlag } den wir gewählt haben
- z Zahl der dazu gehörigen Doppelschwingungen
- g Erdbeschleunigung $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$.

...a A durch a dividiert wird, ist der Maßstab, in dem ...messen werden, gleichgültig. A ist nicht der erste ...hlag, sondern kann beliebig gewählt werden, Abb. 8. ...ist die Länge des dazu gehörigen mathematischen ...s (m) und errechnet sich aus der Formel $l = \frac{T^2\,g}{4\,\pi^2}$.

... ist nicht das Eigengewicht des Pendels, sondern ...ewicht des mathematischen Pendels, das, abgesehen ...r gleichen Schwingungszeit, auch die gleiche Träg...it. Es erscheint erstaunlich, daß es notwendig ist, ... neue Gewicht (G) zu suchen. Eine Vorstellung, ...rschiedene Trägheit in zwei Pendeln stecken kann, ...venn die reduzierte Pendellänge und das Gewicht dieselben sind, gibt Abb. 9. Der Einwand ist falsch, daß ein mathematisches Pendel keine Trägheit hat. Es wäre richtiger zu sagen, beim mathematischen Pendel macht das Gewicht und die Trägheit nichts aus, weil die Masse so stark vereinigt ist, daß ihre Ausdehnung verschwindet gegenüber l und infolgedessen $l = e$ gesetzt werden kann. Beim Pendel a hat die zentrale Masse kaum einen Einfluß auf die Schwingungsdauer sowie auf die Trägheit und auf die Arbeitsfähigkeit, die in ihm steckt, wenn es schwingt. Zweifellos läßt sich das Pendel a leichter abbremsen, obwohl es durch richtige Verteilung der Massen die gleiche Schwingungszeit hat wie das Pendel b. Das einzusetzende Gewicht G wird folgendermaßen berechnet (Abb. 10 und 11):

- l reduzierte Pendellänge (m),
- e Abstand des Schwingungsschwerpunktes (m),
- J Trägheit des Pendels um seinen Schwerpunkt (kg s² m),
- G' tatsächliches Gesamtgewicht des Pendels (kg) $= m'g$,
- G Gewicht, das im Abstand der reduzierten Pendellänge angebracht werden muß, um dieselbe Trägheit zu bekommen.

Es ist

$$J = \frac{G'\,e\,T^2}{4\,\pi^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3),$$

$$J = \frac{G\,l^2}{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

und da $l = \frac{T^2\,g}{4\,\pi^2}$

$$J = \frac{G}{g}\,\frac{g^2\,T^4}{\pi^4\,16};$$

$$\frac{G'\,e\,T^2}{4\,\pi^2} = \frac{G\,g\,T^4}{\pi^4\,16} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5),$$

$$G = \frac{G'\,e\,\pi^2\,4}{g\,T^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6).$$

Das so berechnete G wird in Gl. (2) verwendet.

Abb. 9 Verschiedene Trägheit bei gleicher Schwingungszeit (reduzierte Pendellänge)
a kleine Trägheit
b große „

Abb. 10 und 11 Physisches und mathematisches Pendel

Abb. 7 Freie gedämpfte Schwingung
Dämpfung schwach
„ stark

Abb. 8 Berechnung der Dämpfungskurve

Abb. 12 Verzerrung bei der Aufzeichnung des Ausschlages

Abb. 13
Berichtigung der Ablesung A' und a'

Durch die Art der Filmführung (Ebene, nicht Kreisbogen) tritt eine leichte Verzerrung ein, Abb. 12, die beim größten Ausschlag 6 vH ausmacht und durch eine Berichtigungskurve, Abb. 13, oder einen ungleichartig geteilten Maßstab berücksichtigt wird. In den Formeln wäre die Größe A einzusetzen, während uns der Film A' gibt. Ihre Abhängigkeit von einander läßt sich geometrisch leicht ermitteln.

Um Film zu sparen, nimmt man nur eine Hälfte der Schwingungen auf, vergl. Abb. 14 bis 16. Der Vorteil der Hauptformel, Gl. (2), besteht im Fehlen der Zeit, sowohl der gesamten Schwingungsdauer als auch der Einzelschwingungszeit. Das kommt daher, daß die Dämpfung (selbst bei Zylinderöl) die Schwingungszeit nicht beeinflußt, und hat den praktischen Vorteil, daß Unregelmäßigkeiten im Vorschub des Films das Ergebnis nicht stören.

Zur raschen Auswertung der Kurven vermeidet man die Benutzung von Gl. (2), indem man Abb. 17 und 18 ver-

Zahlentafel 1
Streuung des Dämpfungsbeiwertes bei dreimaliger Messung

Temperatur °C	c	Größter Unterschied	gesamte Streuung vH	Mittelwert
20	0,009 95 0,009 97	0,000 02	0,2	0,009 96
25	0,007 02 0,007 12 0,007 18	0,000 16	2,3	0,007 11
35	0,004 16 0,004 31 0,004 22	0,000 15	3,5	0,004 23
50	0,002 39 0,002 40 0,002 44	0,000 05	2,1	0,002 41
75	0,001 42 0,001 42 0,001 39	0,000 03	2,1	0,001 41
150	0,000 64 0,000 66	0,000 02	3,1	0,000 65

Abb. 17
Umrechnungsschaulinien

wendet. Dabei ist vorausgesetzt, daß man imm runde Zahl Schwingungen benutzt und den V gebildet hat. Der Dämpfungsbeiwert c ist dar weiteres aus dieser Kurve ablesbar.

Über den Grad der Genauigkeit, den wir haben, gibt die Zahlentafel 1 für das Achsenöl Vo Auskunft, das wir bei verschiedenen Temperature mals geprüft haben.

Die Streuung ist nicht abhängig von der ratur und beträgt im Höchstfalle 3,5 vH $= \pm 1{,}8$ diesem Versuch haben wir nicht etwa hintereinan verschiedenen Messungen bei gleicher Temperat genommen, sondern mit jedesmal neuer Ölmenge e reihe mit steigender Temperatur aufgenommen.

Der Dämpfungsbeiwert c ist mit der absolute keit durch eine Eichkurve verbunden, Abb. 19.

Allerdings muß vorher das spezifische Gewic Flüssigkeit in der Weise berücksichtigt werden, Dämpfungsbeiwert c durch $\sqrt{s}$ geteilt wird. dadurch für Flüssigkeiten mit $s > 1$ kleiner und f sigkeiten mit $s < 1$ größer. Diese Verbesserun empirisch gefunden und stimmte bei den gemach suchen für Flüssigkeiten mit s von 0,85 bis 2,18 gut Die Eichkurve geht nicht durch null, sondern d Punkt 0,000 161, der durch Schneiden- und Luftrei dingt ist. Dieser Wert wird nicht abgezogen, dient nur zum Prüfen des Gerätes. Es ist g bei dünnen Ölen oder hohen Temperaturen d $\frac{c}{\sqrt{s}}$ zum Vergleich zweier Öle zu benutzen, da e hängigkeit von der Temperatur im Gebiete geringe keiten steiler fällt als die dazu gehörigen Abb. 20 und 21 zeigen an einigen Beispielen (Z Mineral- und Voltolöl) das steilere Fallen der für $\frac{c}{\sqrt{s}} : t$ gegenüber den $\eta : t$-Kurven bei geringe keiten (höheren Temperaturen).

Heißdampf-Zylinder-Öl bei 20°C Mineral-Sommer-Öl bei 20°C Mineral-Sommer-Öl bei 150°C

Abb. 14 bis 16
Schwingungskurven bei stark verschiedener Zähigkeit

Abb. 18
Umrechnungsschaulinien

Abb. 19
Eichkurve

Eine gute Bestätigung sowohl der allgemeinen Form serer Eichkurve als auch der Art der Berücksichtigung s spezifischen Gewichts $\left(\frac{c}{\sqrt{s}}\right)$ gibt Kirchhoff[2]). Er rechnet dort rein mathematisch die Dämpfung einer ugel, die wagerecht in einer Flüssigkeit hin und her hwingt.

Zusammenfassung

Die zunehmende Beanspruchung der einzelnen Maschinteile, besonders der aufeinander gleitenden Teile (Lager, ylinder) stellt auch höhere Ansprüche an die zu verwendenden Schmierstoffe. Wenn man sich auch heute darer klar ist, daß der Schmierwert eines Schmierstoffes nicht vollkommen durch seine Zähigkeit bestimmt und erfaßt wird, so ist die Kenntnis oder Feststellung der Zähigkeitskurve doch von außerordentlicher Bedeutung. Der von uns durchgebildete Pendel-Zähigkeitsprüfer[3]) ermöglicht in einfacher und schneller Weise die Aufnahme einer großen Zahl von Punkten der Zähigkeitskurve für alle vorkommenden Temperaturen. Vor allen Dingen kann man mit dem Gerät die Zähigkeit von gebrauchten, verschmutzten oder graphitierten Ölen, ferner von Emulsionen aufnehmen. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft verwendet das Gerät bereits bei mehreren Untersuchungsstellen mit bestem Erfolge. Neben der Untersuchung von Ölen auf ihre Schmiereigenschaften werden neuerdings mit diesem Gerät Farben aller Art auf einen vorgeschriebenen Flüssigkeitsgrad untersucht, der bei der Verarbeitung der Farbe mit der Spritzpistole unbedingt eingehalten werden muß. [B 340]

[2]) Vergl. Kirchhoff, Mechanik, 26. Vorlesung S. 388; B. G. ubner, Leipzig 1877.

[3]) Die Herstellung des Gerätes hat die Firma Spindler & Hoyer, G. m. b. H., Göttingen, übernommen.

Abb. 20
Abhängigkeit des Dämpfungsbeiwertes von der Temperatur

Abb. 21
Abhängigkeit der absoluten Zähigkeit von der Temperatur

RUNDSCHAU

Kältetechnik

Fortschritte der Kältephysik und Kältetechnik

Im Deutschen Kälteverein sind drei Arbeitsabteilungen gegründet worden: 1. für wissenschaftliche Arbeiten, 2. für Bau und Lieferung von Maschinen und Geräten, 3. für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Am 31. Mai traten diese Abteilungen in Karlsruhe zu Sitzungen zusammen, in denen sieben kürzere Berichte erstattet wurden; daran schloß sich am 1. Juni die Hauptversammlung des Vereines mit drei größeren Vorträgen. Das Bemerkenswerteste aus sieben dieser Vorträge soll im folgenden zusammengestellt werden.

Wissenschaftliche Arbeiten

M. Jakob, Berlin: Die Wärmeleitfähigkeit von Eis bis — 125 °. Von der Wärmeleitzahl des Eises hängt die Geschwindigkeit des Gefrierens von Eisblöcken und der Tauvorgang ab, ferner der Durchgang der Wärme durch die vereisten Rohrleitungen von Kälteanlagen; die Gletscher- und Polareisforschung braucht diese Größe ebenso wie die Physik, die aus dem Sprung der Wärmeleitzahl beim Gefrieren, aus ihrer Größe und Temperaturabhängigkeit Aufschlüsse über die Natur des festen Zustandes zu gewinnen sucht. Schon viele Forscher haben daher Messungen der Wärmeleitzahl des Eises ausgeführt, die sich nicht weit unter den Gefrierpunkt erstreckten, deren Ergebnisse aber trotzdem um ± 50 vH voneinander abwichen. Jakob und Erk haben daher neuerdings in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Versuche nach einem Verfahren von Jakob unternommen, die bisher bis — 125 ° ausgedehnt wurden und noch fortgesetzt werden. Eine Flüssigkeitsschicht von 5 mm Dicke zwischen zwei kreisrunden Kupferplatten wird zum Gefrieren gebracht, indem die untere Platte durch einen Strom von flüssiger Luft gekühlt wird. Dann wird in einem elektrischen, auf die obere Kupferplatte aufgesetzten Heizkörper Wärme erzeugt und von oben nach unten geleitet, indem die untere Platte, wieder durch flüssige Luft, auf einer tieferen Temperatur gehalten wird. Aus der dem Heizkörper zugeführten elektrischen Energie und dem Temperaturgefälle zwischen den Kupferplatten (gemessen mit Thermoelementen) wird die Wärmeleitzahl des Eises bestimmt. Die Einstrahlung von Wärme wird durch ein über das Plattensystem gestülptes gläsernes Vakuum-Mantelgefäß sehr verringert und der Messung zugänglich gemacht. Bisher wurden 10 Eisplatten untersucht, die zum Teil sechs Tage lang bei tiefer Temperatur erhalten blieben; an jedem Tage wurde dann bei einer andern Temperatur beobachtet; insgesamt sind bis jetzt Messungen an 31 Tagen gelungen. Die Wärmeleitzahl scheint nach diesen Versuchen zwischen den äußersten Werten früherer Beobachter zu liegen und mit abnehmender Temperatur etwas zuzunehmen. Starke Streuungen der Versuchswerte bei — 70 °C bedürfen noch der Nachprüfung. Die Vermutung eines Umwandlungspunktes in dieser Gegend wurde durch Wärme-Ausdehnungsmessungen an Eisstäben (bis zu — 189 °) bisher nicht bestätigt.

F. Simon, Berlin: Ein neues Verfahren zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen. Simon geht aus von der Eigenschaft aktiver Kohle und andrer Stoffe, insbesondere eines Ceolith genannten Stoffes, bei tiefer Temperatur gierig Gase aufzusaugen (zu adsorbieren). Er hat z. B. in einem in flüssigen Wasserstoff getauchten Gefäß mit 15 g aktiver Kohle 8 l Helium adsorbiert. Bei der Adsorption wird, wie man schon aus dem Raumverhältnis dieser beiden Stoffe erkennt, das Gas stark verdichtet und Wärme entwickelt. Umgekehrt muß man Wärme aufwenden, wenn man das adsorbierte Gas wieder befreien will. Saugt man also das Gas ab, so entzieht es seiner Umgebung Wärme und kühlt sie dabei. Simon ist es bei seinen gemeinsam mit Lange ausgeführten Versuchen gelungen, mit Laboratoriumsgeräten bis zu — 269 °, also unter die Temperatur der Heliumverflüssigung, zu gelangen. Er führte einen Versuch bei Zimmertemperatur vor, bei dem er durch Abpumpen an Kohle adsorbierter Kohlensäure in kurzer Zeit von + 15 ° auf — 7 ° kam; als die Kohlensäure wieder eingelassen wurde, stieg die Temperatur wieder an: der Vorgang ist umkehrbar, aber nicht ohne Unterbrechung ausführbar; er hat den Vorteil, daß man für wissenschaftliche Zwecke ganz tiefe Temperaturen mit sehr kleinen Einrichtungen und ohne Hilfskräfte erzielen kann.

W. Meißner, Berlin: Elektrisches Verhalten der Metalle im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums. Die Helium-Verflüssigungsanlage der Reichsanstalt kann, sobald die Verflüssig temperatur von — 268,9 ° einmal erreicht ist, in 400 cm³ flüssiges Helium liefern. Davon verdampft i die Hälfte, worauf die Verflüssigung mit ganz ger Anlaufzeit (3 min) wieder einsetzt. Mit einem Auf von 10 l flüssigem Wasserstoff hat man so die Mög keit, etwa fünf Stunden lang mit flüssigem Heliu arbeiten. Ein Schwimmer, der den Stand der Flüss im Versuchsgefäß anzeigt, dient gleichzeitig als Rühr Der Temperaturaustausch ohne Rühren ist sehr sc (Unterschiede bis zu 2 °); flüssiges Helium muß als schlechter Wärmeleiter sein.

Meißners bisherige Versuche beziehen sich au elektrischen Eigenschaften von Metallen, besonders au rätselhafte Erscheinung der Supraleitfähigkeit, die Kamerlingh-Onnes in Leiden entdeckt wurde darin besteht, daß bei Temperaturen zwischen — 266 ° — 269,5 ° gewisse Metalle sprunghaft ihren elektri Widerstand fast völlig verlieren; z. B. floß in einem ring ein Strom nach Abschalten der Stromerzeugung Stunden unvermindert weiter, was darauf schließen daß der Widerstand des Bleis sich von der Zimmerten tur an auf weniger als den 10¹²ten Teil verringert Meißner berührte in seinem Vortrag zunächst die Mög keit, auf die Umkehr des thermoelektrischen Effektes sogenannten Peltier-Effekt, eine Kältemaschine zu grü die noch tiefere Temperaturen zu erreichen gestatten w Hat man nämlich eine Lötstelle im flüssigen Heliu würde sich unter der Wirkung des Peltier-Effektes, Strom durch die Drähte fließt, die Lötstelle abkühlen Supraleitfähigkeit würde den Strom beliebig lange au erhalten.

Bisher hat man die Supraleitfähigkeit nur bei fün tallen feststellen können, die im periodischen System beieinander liegen, nämlich bei Indium, Zinn, Quecks Thallium und Blei. Meißner hat diesen benachbarte M wie Kadmium und Gold untersucht, und zwar in sehr re Zustand (z. B. Gold mit weniger als 0,001 vH Verun gung) und in Form von Einkristallen. Er kommt zu Schluß, daß sehr wahrscheinlich nur bestimmte M supraleitend werden und daß der Reinheitsgrad nicht gebend für die Erscheinung sei. Seine weiteren Fors gen betreffen vor allem den beträchtlichen Einfluß m tischer Felder auf das Eintreten der Supraleitfähigkei die Thermokraft, die sich auch bei den tiefsten Tem turen noch stetig ändert, so daß die Temperaturmes möglich bleibt.

Maschinen und Geräte.

F. Merkel, Dresden: Der Wärmeüberg in Luftkühlern. Merkel weist zunächst auf die logie des „Wärmeüberganges“ und des „Wasserübergan bei der Berührung feuchter Luft mit kühlen Wänden

Dabei gilt die Beziehung $\frac{\alpha}{\sigma} = c_p = 0{,}24$, wenn α die Wä übergangszahl und c_p die spezifische Wärme der Luf somit ist $\sigma \sim 4\,\alpha$. Es werden nun die Formeln fü Wasserausscheidung auf eine Form gebracht, in der „scheinbare“ Wärmeübergangszahl und eine „schein spezifische Wärme vorkommen; das sind physikal Größen eines gedachten Stoffes, der ohne Wasseraus dung die gleiche Wärme abgeben würde wie die fe Luft mit Wasserausscheidung.

Nun ergibt sich aber ein Unterschied, je nachdem an den Flächen Tau oder Reif bildet. Bei Tau stellt ein Beharrungszustand ein, da das Wasser abläuft. kann dann das Problem nach den Gleichungen Nußelt für die Wasserhaut behandeln. Die Isolierf keit der Wasserhaut kommt kaum in Frage, da sie dünn ist. Anders bei Reif; da wird die Schicht i dicker, isoliert also immer besser; der Temperaturu schied an der Wand wird größer, die Kälteleistung n ab. Schließlich muß der Reif entfernt werden. Hier s die Wärmeleitzahl des Reifes eine große Rolle. Sie h von seiner mittleren Dichte ab und hat als Grenzwe Wärmeleitzahl von reinem Eis.

Nach diesen physikalischen Ansätzen ging Merkel die Behandlung wirklicher Kälteanlagen über und s vor allem an Diagrammen das Zusammenarbeiten des kühlers mit der Kältemaschine dar. Versuche über Wasserausscheidung an kühlen Flächen, die Wasser gangzahl und die Gestaltung der Kühlflächen werde Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Dre ausgeführt.

Vagner, Wiesbaden: Aus dem Anwendungs- et mehrstufiger Kältemaschinen. Nach allgemeinen Überblick kommt Wagner zu dem ß, daß vom Verdichtungsverhältnis 1 : 5 ab die zwei- e Bauart, von 1 : 20 bis 1 : 25 ab die dreistufige Bau- Frage kommt. Kolbenmaschinen mit mehr als drei werden selten ausgeführt. Das eigentliche Gebiet ehrstufigen Kältemaschine liegt unter — 30 °, umfaßt vor allem die Zerlegung von Gasgemischen. Da die gaszerlegung besonders behandelt wurde, wählte Wag- is Beispiel die Chlorverflüssigung, die im Verlaufe von hren eine große Entwicklung genommen hat.

in zweites Anwendungsgebiet der mehrstufigen Ma- en bilden Anlagen in tropischen Gegenden, wo man ohen Kühlwassertemperaturen rechnen muß, ein drittes skühlanlagen, die für die ungünstigsten Verhältnisse t werden müssen. Erwähnt wurde ferner eine 2000- ige zweistufige Maschine für 1 Mill. kcal/h Kälte- ng, bei der Äthan für die tiefe und Ammoniak für öhere Stufe verwendet wurde. Endlich wurde noch auf die Turbokompressoren eingegangen, für die orenz erstmalig schweflige Säure und radiale Be- hlagung vorgeschlagen hatte, bei denen man aber dings Ammoniak oder Äthylen und axiale Beaufschla- vorzieht. Lorenz bemerkte hierzu in der Aussprache, r seinen Vorschlag nur als Beispiel gebraucht habe. ehr große Leistungen könne man eben die Spaltverluste edem Mittel überwinden.

R. Linde, München: Neues auf dem Gebiet Gaszerlegung mit Hilfe der Tieftem- turtechnik. Zunächst wurde der von der Gesell- t für Lindes Eismaschinen entwickelte Rektifikations- rat zur Zerlegung der Luft erklärt und der in einem eljahrhundert damit erzielte Erfolg dargelegt. Claude seine Gesellschaft sind andere Wege gegangen. Sie auch die äußere Arbeit zur Kälteleistung verwendet auf diese Weise grundsätzlich etwas einfachere An- herstellen können; dagegen sind die Anlagen ohne nsionszylinder etwas betriebsicherer. Neuerdings geht Claude teilweise zum Rektifikationsverfahren über.

n den Vereinigten Staaten mußte man den Sauerstoff iner Reinheit von über 99 vH in den Handel bringen, en Wettbewerb mit dem elektrolytischen Verfahren be- n zu können. Für autogenes Schneiden ist eine solche eit in der Tat wünschenswert, für das Schweißen wäre Sauerstoff von 96 vH Reinheit ebensogut. Durch ge- e Anordnung der Rektifikationssäule kann man Wir- grade von nahezu 100 vH erzielen; man muß nur die in viele Böden zerlegen, ihre wirksame Fläche ver- rn (z. B. durch dünne, zusammengerollte Bleche), die igkeit in Schaum auflösen usw. Dabei nimmt aber ewicht und das Gesamtvolumen der Säule zu; aus wirt- lichen Gründen muß man sich daher beschränken.

n die Reinheit von Stickstoff werden von der chemi- Industrie besonders hohe Anforderungen gestellt. lang, Stickstoff von 99,6 bis 99,8 vH herzustellen; mußte man allerdings auf höchste Reinheit des außer- nfallenden Sauerstoffs verzichten. Die größte Stick- nlage ist bisher die in Trostberg, Bayern; sie erzeugt 0 m³/h mit einem Aufwand von 0,2 kWh/m³.

ie Hauptgebiete der Gaszerlegung sind immer noch togene Metallbearbeitung, die unmittelbare Salpeter- Darstellung und die Herstellung von Azeton. Bei isen- und Stahlerzeugung hat man praktisch noch Gebrauch von der Sauerstoffzufuhr gemacht; dazu der Sauerstoff nur etwa 1 ₰/m³ kosten.

aran anschließend wandte sich Linde dem großen wartsproblem der Zerlegung von Koksofengas zur rstoffgewinnung zu, demgegenüber die Wassergas- ng an Bedeutung verloren habe. Schon 1914 waren mbacher Kohlenwerke an die Lindegesellschaft heran- n; eine Versuchsanlage wurde aber erst 1919 er- , und auch dann dauerte es noch mehrere Jahre, bis e deutsche Kohlenindustrie dem neuen Gebiet stärker lte. Inzwischen hatte Claude schon für Amerika und für Frankreich und Belgien Anlagen gebaut. Auch nde-Gesellschaft hat zuerst für diese Länder und erst letzten Jahren auch für Deutschland Anlagen nach genannten Mont Cenis-Verfahren in Auftrag erhalten.

nde führte aus, es sei für den Fachmann über- d, daß man Koksofengas überhaupt zerlegen könne. r Luftzerlegung habe man, um ein Verstopfen der trömer zu verhüten, die Luft nur vom Wasser durch lung und von der Kohlensäure durch Natron- zu befreien; bei der Koksofengaszerlegung dagegen, vielerlei feste Körper vorkommen, sei die Ver- gsgefahr daher sehr groß; auch dürften einzelne Bestandteile, wie das wertvolle, bei 4 ° fest werdende Benzol, nicht verloren gehen. Die verschiedenen Bestandteile werden bei dem Lindeschen Verfahren nacheinander und nebeneinander kondensiert. Kohlenoxyd und Schwefel, beides schädliche Katalysatoren, können bis auf Bruchteile von Tausendsteln entfernt werden. Der Kraftbedarf für 1 m³ Wasserstoff beträgt 0,66 PSh.

Bemerkenswert ist der Vergleich der Drücke bei den verschiedenen Verfahren. Während Claude mit 800 at, die I.-G. Farbenindustrie mit 200 at arbeitet, erfordere das Mont Cenis-Verfahren nur 100 at. Bisher habe die Linde-Gesellschaft Anlagen für insgesamt 50 000 m³/h gebaut. Claude verwende bei seinen Anlagen die äußere Arbeit, was die Anordnung wieder etwas einfacher gestalte. Er habe bisher vier Anlagen in Frankreich in Betrieb, sechs in anderen Ländern. Frankreich habe daher zur Zeit einen Vorsprung bezüglich der verarbeiteten Gasmengen. In Deutschland seien für das Ruhrgebiet zwei Anlagen nach Linde und für eine deutsche Kokerei eine nach Claude im Bau. Damit käme Deutschland an die Spitze; doch seien auch in Frankreich große Claude-Anlagen geplant.

Nach dem Verfahren der Zerlegung des Koksofengases kann man bequem reinen Wasserstoff für die Kohleverflüssigung herstellen, und zwar um so günstiger, für je mehr Nebenprodukte außer Wasserstoff man Verwendung hat. Das Verfahren liefert den Wasserstoff ganz frei von Schwefel und Kohlenoxyd; aber auch wo dieser Vorteil keine Rolle spielt, sei es das wirtschaftlichste von allen bekannten Wasserstoff-Verfahren.

R. Plank, Karlsruhe: Die modernen Haushaltungskältemaschinen[1]). Sehr gründlich hat Plank Unterlagen über Kleinkältemaschinen gesammelt und zusammengestellt, besonders amerikanische Angaben. In Amerika werden jährlich einige Hunderttausend Kleinkältemaschinen für 50 bis 500 kcal/h Kälteleistung gebaut. Ein mittlerer Haushalt hat dort bei dem üblichen Nutzinhalt der Kühlschränke von 0,15 bis 0,20 m³ einen Kältebedarf von 800 bis 1200 kcal täglich.

Die Anforderungen an eine Haushaltkälteanlage lassen sich durch folgende Schlagworte kennzeichnen: 1. Betriebsicherheit, 2. Unfallverhütung, 3. einfache Bedienung, 4 dauernd gleichmäßige Temperatur, 5. geräuschloser Gang, 6. geringer Platzbedarf, 7. kleine Anschlußkosten. Die Wirtschaftlichkeit der Kälteerzeugung kommt demgegenüber erst in zweiter Linie in Betracht. Für amerikanische Verhältnisse ist bei einer täglichen Eiserzeugung von 18 kg mit Jahreskosten von etwa 125 $ (Verzinsung und Tilgung eingeschlossen) zu rechnen.

Absorptions-Kälteanlagen werden mit Gas oder Elektrizität betrieben; für Kompressionsanlagen kommt nur der elektrische Antrieb in Frage. Absorptionsanlagen sind chemische Apparate, die fast keine Wartung brauchen; Kompressionsanlagen enthalten immer Maschinen, die einer gewissen Abnutzung unterliegen, Schmierung, Ventile und Stopfbüchsen haben, also einer gewissen Wartung bedürfen. Amerikanische Firmen beaufsichtigen die Anlagen im Abonnement, wobei auch Öl und Kältemittel nachgefüllt werden.

Bei Kompressionsanlagen wird in Amerika die Maschine meistens unterhalb, in Europa vielfach oberhalb, manchmal auch in mittlerer Höhe des Kühlraumes angeordnet. Um geräuschlosen Gang zu erzielen, wendet man schon bei Anlagen für 270 kcal mehrzylindrige Kompressoren an. Als Kälteträger dienen schweflige Säure SO_2, Chlormethyl CH_3Cl, Chloräthyl C_2H_5Cl, Isobutan $CH(CH_3)_3$. Diese Reihenfolge entspricht etwa der Wichtigkeit der Stoffe. Ammoniak ist der hohen Drücke wegen bei Kompressionsanlagen sehr wenig üblich. Der Kompressorhub ist meistens sehr kurz, $s/d = 1{,}2$ bis 0,17; Drehkolbenmaschinen kommen nur für die größeren Typen in Betracht. Die Kondensatoren werden mit Wasser- und mit Luftkühlung gebaut. Berieselungskondensatoren kommen nicht vor, Doppelrohrkondensatoren nur sehr selten; üblich sind dagegen Tauchkondensatoren mit Kühlwasser innen und Kältemittel außen.

Bei Absorptionsanlagen überwiegt die Verwendung von Ammoniak, das in Wasser absorbiert wird. Auch andre Stoffe werden verwendet, z. B. Ammoniak und Chlorkalzium, das in einen teigigen Zustand übergeht. Auch die Adsorption wendet man bereits für Kleinkälteanlagen an; so läßt man Ammoniak in aktiver Kohle, Wasserdampf in Silica-Gel adsorbieren.

Zum Schluß ging Plank noch kurz auf die kontinuierlichen Maschinen, wie die Elektrolux-Maschine[2]), ein.

Charlottenburg. [B 657] Max Jakob.

[1]) Der Vortrag wird in dieser Zeitschrift ausführlich veröffentlicht werden.

[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 597.

a Knüppellager
b Wage
c Gaserzeuger
d Dampfkessel
e Wärmofen
f elektrische Unterstation
g Walzwerk
h Muffelförderbänder
i Hakenförderband
k Beizerei
l Wärmofen
m Brennölbehälter
n Drahtzieherei
o Lagerhaus
p Ausbesserwerkstätte
q Nägelherstellung
r Nägelreinigung und Verpackung
s Stacheldrahtmaschinen
t Verzinkerei
u Säurebehälter

Abb. 2
Neues Drahtwalzwerk und Fabrik für Drahterzeugnisse der Bethlehem Ste[el Co.]

Aus dem Ausland

Eisenhüttenwesen

Neues Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co.

In dem neuen Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co., Sparrows Point[1]), Abb. 2, werden die Knüppel in einem ununterbrochen arbeitenden Wärmofen mit Rekuperator und Saugzug angewärmt. Der Ofen hat eine Leistung von 25 t/h Knüppel ($4,4 \times 4,4 \times 915$ cm³). Aus dem Ofen werden die Knüppel unmittelbar in das erste Gerüst geführt. Der Ofen wird mit Gas geheizt, das in zwei Gaserzeugern von 3 m Dmr. bei einem Kohlenverbrauch von 1135 kg/h erzeugt wird.

Das kontinuierliche Walzwerk mit 17 Gerüsten und Walzen von 255 mm Dmr., Bauart Morgan, wird elektrisch durch Zahnradübersetzung angetrieben. Der Induktions-Antriebmotor leistet 4000 PS bei 6600 V. Die Zahnradvorgelege bestehen aus Schraubenrädern, wodurch ein ruhiger Gang gewährleistet ist. Die ersten sieben Gerüste stehen dicht zusammen, dann folgen nach einem Zwischenraum acht Zwischengerüste und ein Fertiggerüst. Die U[mfangs]geschwindigkeit der Walzen des ersten Gerüstes [beträgt] 13,55 m/min oder 17,368 Uml./min. 60 s nach dem E[intritt] in das erste Gerüst verläßt der Walzstab das Fertigge[rüst mit] einer Geschwindigkeit von 1040 m/min oder 1195,2 U[ml./min].

Die fertig ausgewalzten Drähte werden auf vie[r] haspeln aufgewickelt, deren Weichen elektrisch vo[n einem] Mann gesteuert werden. Jeder Haspel hat sein [eigenes] Förderband, von denen zwei als offene, zwei als gesc[hlossene] Muffel-Förderbänder ausgebildet sind, was besond[ers für] Drähte mit hohem Kohlenstoffgehalt von großem [Wert] ist. Am Ende der langsam aufsteigenden Conveyor [werden] die Drahtringe einem Hakenförderband übergeben, da[s] lang ist und auf dem die Drahtringe langsam in 42 [...] kühlen. Dann werden sie auf Wagen abgelegt und g[...] in den Versand- und Lagerraum.

[1]) „The Iron Age" Bd. 119 (1927) S. 1291.

Abb. 3 bis **5**
Lokomotivkran, erbaut von Mc Myler, Cleveland (Ohio)

a Drehwerk
b Hubtrommel
c Hilfstrommel
d Auslegerhubseil
e Hubseil
f Führungsseil zum Haken oder Greifer
g Auslegerwinde
h Führungsseiltrommel
i Drehkranz
k Steuerhebel
l Dampfkessel
m Kohlenbunker
n Wasserbehälter
o Seitenstützen

Im Beizraum sind 10 hölzerne Beizbottiche und ein gefeuerter Glühofen mit 10 Gleisen, auf denen je acht agen stehen können, aufgestellt. In der Drahtzieherei rd jede Drahtziehmaschine besonders durch einen 20 PS-ektromotor angetrieben. In einer Abteilung des Warengers sind Glühöfen aufgestellt. Der Drahtzieherei folgt e Nägelherstellung; in der Abteilung sind 139 Nägelmaschin untergebracht, die gruppenweise durch Riemen angeieben werden. Monatlich können 3000 t Nägel hergestellt erden. Schließlich sind noch Abteilungen für Stachelahtherstellung und eine Verzinkanlage vorhanden.

Amberg [M 525] H. Illies

Hebezeuge

Lokomotivkran von großer Tragkraft

Die Lokomotivkrane sind in den Vereinigten Staaten n Amerika weit verbreitet und werden für die vielseitigen Förderzwecke, in gleicher Weise für Stückgut wie für assengut, verwendet. In der Regel ist durch die Anordng einer Mehrtrommelwinde der Betrieb eines solchen anes mit Haken oder mit Greifer, ferner auch als Eimerlbagger und als Dampframme durchführbar. Mit dieser lseitigen Verwendungsmöglichkeit werden kleine und ttlere Lokomotivkrane von zahlreichen amerikachen Firmen, wie z. B. Brown-Hoisting, Orton, Browning w. im Reihenbau hergestellt. Die konstruktiven Umrisse es derartigen Kranes, der bei 5 m Ausladung bis zu etwa t Tragkraft hat, sind in Abb. 3 bis 5 wiedergegeben.

Für Sonderzwecke ist man aber in der Tragkraft weit ner gegangen. Auf dem Werkgelände der Ford Motor Co., ver-Rouge bei Detroit, kann man einen Lokomotivkran 200 t Tragkraft im Betriebe beobachten, Abb. 6, der zum wracken der zum Einschmelzen bestimmten, außer Dienst stellten Schiffe bestimmt ist. Hierbei soll der Schwerkran insbesondere die Schiffsmaschinen herausheben und ch dem Lagerplatz weiterbefördern, Abb. 7. Man kann r wenigstens 20 bis 30 noch vollständig zusammengebaute Schiffsmaschinen unter freiem Himmel stehen sehen, die weiterverkauft werden. Der Kran dient auch zum Loslösen von Schiffsplatten und andern Teilen, zumal wenn diese noch im Schiffsrumpfe festgeklemmt sind.

Der von der Firma Industrial Works (Bay City, Michigan), einer der ältesten Kranbaufirmen der Vereinigten Staaten aufgestellte Lokomotivkran vermag bei 5,5 m Ausladung 200 t, bei 7,5 m Ausladung 115 t, bei 9 m Ausladung 75 t zu heben. Die Hubgeschwindigkeit beträgt bei Höchstlast etwa 3 m/min, bei 45 t Last etwa 12 m/min und steigt auf 35 m/min bei 15 t. Der Oberwagen hat zwei Drehgeschwindigkeiten, und zwar dreht er sich bei kleinen Lasten mit 1,6 Uml./min und bei größeren Lasten mit 0,4 Uml./min.

Der Unterwagen ist von ungewöhnlich schwerer Bauart und etwa 10 m lang und 3,5 m breit. Gelagert ist der Rahmen auf zwölf Stahlrädern von je etwa 1 m Dmr. Unter

Abb. 7
200-t-Lokomotivkran beim Heben einer Schiffsmaschine

Abb. 6
200-t-Lokomotivkran der Industrial Works, Bay City (Michigan)

dem Wagen sind an beiden Enden ausziehbare Auflageträger, die beim Heben schwerer Lasten benutzt werden und zur Standsicherheit des Kranes wesentlich beitragen. Diese Träger sind aus Vanadiumstahl angefertigt und stützen sich im Verwendungsfall auf kräftige Unterlagen, die vorübergehend über die Schienen gelegt werden.

Die Kupplungen und Bremsen werden durch eine vollständige Druckluftanlage nebst Verdichter betätigt, der sowohl die Brems- als auch die Kupplungszylinder mit Druckluft versorgt.

Der stehende Kessel von 1,6 m Dmr. liefert Dampf von 12 at für zwei Dampfzylinder von je 300 mm-Zyl.-Dmr. und 300 mm Hub.

Auch hier ist die fast allen amerikanischen Drehkranen eigentümliche Auslegereinziehflasche bemerkenswert, außerdem eine Hilfsflasche an der Spitze des Auslegers zum Heben kleiner Lasten.

Das Gesamtbild dieses Schwerlastkranes ist gefällig zu nennen, während im allgmeinen die amerikanischen Firmen auf das äußere Aussehen weniger Wert legen.

Auch andre Firmen, wie z. B. Bucyrus, Milwaukee, bauen derartige Krane besonders für die Eisenbahngesellschaften, in der Regel allerdings mit kleinerer Tragkraft. Diese Krane müssen bei Eisenbahnunfällen helfend eingreifen. [M 461]

Dresden Dr.-Ing. W. Franke

Gesundheitsingenieurwesen

Kohlensäure-Feuerschutz in Amerika

In Amerika wird das von dem leitenden Ingenieur der Southern California Edison Co., Ch. S. Johann, erfundene Verfahren der Feuerlöschung mittels Kohlensäure häufig angewendet. Verbrennungen können hierbei nicht mehr stattfinden, wenn die den Gefahrenherd umgebende Luft mit rd. 17 vH CO_2 angereichert ist, doch ist die Möglichkeit gegeben, sie bis zu 50 vH zu „sättigen", um einem unvermuteten Entweichen von kohlensäurehaltiger Luft durch Öffnungen, wie Spalte und Risse, Rechnung zu tragen.

Die Kohlensäureflaschen werden mit einem eigens konstruierten Verschlußstück mit Sicherungskappe und Verschlußscheibe versehen, die zerreißt, wenn infolge einer Temperaturerhöhung der Flaschendruck eine festgesetzte Grenze überschreitet. Es wird so ein vollkommen dichter und dauernder Abschluß der Kohlensäureflasche auch bei wechselndem Klima und erheblichen Temperaturschwankungen erreicht.

Der Entladekopf, Abb. 8, ist der wichtigste Bestandteil des Kohlensäure-Feuerschutzgerätes, der auf das obere Verschlußstück aufgeschraubt wird. Sobald der Entladekopf durch Schließen eines Stromkreises mittels eines Kontaktknopfes oder selbsttätig durch einen mit Schmelzeinsatz versehenen Federschalter, Abb. 9 und 10, oder auch mit der

Abb. 8
Entladekopf des CO_2-Gerätes

Abb. 9 und **10**
Mit Schmelzeinsatz ausgerüsteter Federschalter

Abb. 11
Kohlensäure-Feuerschutzanlage für Schiffe
a Elektrisch selbsttätiger Entladekopf *b* Ausströmöffnung *c* Federschalter mit Schmelzringsatz *d* Ventil für Handauslösu[ng] *e* Ausströmöffnung *f* Schalter *g* Batterie *h* Motor *i* Bil[ge]

Hand betätigt wird, durchstößt der eingebaute Schlagbol[zen] die Sicherungsscheibe, worauf die in der Flasche aufgesp[ei]cherte Kohlensäure mit großer Schnelligkeit durch [das] Röhrensystem dem Brandherd zuströmt. Mit der Hand s[etzt] man das Gerät durch einen Schlag auf den oben überste[hen]den Stempel des Entladekopfes in Tätigkeit.

Nachdem durch Stromschließung der Entladekopf [in] Tätigkeit gesetzt ist, wird der Strom durch einen sel[bst]tätig wirkenden Ausschalter wieder unterbrochen, [um] das Gerät zu schützen. Der Gasdruck, der sich durch E[nt]ladung der Flasche geltend macht, drückt einen Stem[pel] hoch, wodurch der elektrische Strom wieder unterbroc[hen] und außerdem angezeigt wird, daß die Flasche entladen [ist].

Die Anlage kann aber auch selbsttätig a[uf] mechanischem Wege betätigt werden. Die Southern Ca[li]fornia Edison Company hat ihr Hauptwerk und a[lle] Unterwerke mit solchen Feuerschutzanlagen versehen. Str[om]erzeugerbrände wurden mit ihnen ohne Betriebstockung [ab]gelöscht. Abgesehen vom Elektrizitätswesen wird [in] Amerika das Johann-Gerät vorzüglich da angewendet, [wo] die Maschinen oder Geräte in kleineren Räumen, wie Transformator-, Ölschalter-Zellen u. dergl. untergebracht o[der] gegen den äußeren Raum durch ein Gehäuse, durch Mä[ntel] oder sonst irgendwie abgedeckt sind. Es können indes[sen] auch offene Behälter von Benzin, Öl oder dergleichen du[rch] Kohlensäure abgelöscht werden.

In der Motorenindustrie hat die Schiffahrt den Kohl[en]säureschutz vielleicht am häufigsten verwandt. Eine Feu[er]schutzanlage für Schiffe zeigt Abb. 11.

In einem Stromerzeuger mit einer abgeschlossenen K[ühl]anlage strömt die Kohlensäure da ein, wo die Luft in

Abb. 12
Zeitlich regelbarer Entladungsschalter

chine eintritt, so daß sie dann gemischt mit CO_2 um-
t. Ein Teil der mit CO_2 geschwängerten Luft geht ver-
n und muß durch Entladen von Aushilfsflaschen
inzt werden. Gleitende Kontakte schließen hinterein-
er verschiedene Stromkreise, so daß jedesmal eine An-
l von CO_2-Flaschen zur Entladung kommt, was etwa
Stunde lang fortgesetzt werden kann. Ich sah zwei ver-
iedene Bauarten in Gebrauch, wovon eine sich auch durch
hteinfluß und Rauchsucher oder -fänger von selbst be-
gt, Abb. 12.

Die größte Anlage dieser Art dient zum Schutze der
upt- und Hilfsdynamos des 50 000 kVA-Maschinensatzes
Long Beach, Southern California-Werk Nr. 2, Abb. 13.
Luftanlage des Hauptstromerzeugers enthält rd. 200 m³
t. Um den Feuerschutz vollkommen sicher zu machen,
rden für die erste Entladung acht Flaschen bestimmt,
hrend acht weitere als Aushilfe dienen, von denen jedes-
l zwei zusammen in beliebig festgesetzten Zeitabstän-
n entladen werden können. Für den Hilfsstromerzeu-
r sind zwei Flaschen als erste Entladung und zwei weitere
spätere Entladung vorgesehen. Zum Schutz des Ölvor-
tsraumes desselben Elektrizitätswerkes ist eine CO_2-
aschenbatterie von vier Flaschen bei einmaliger Entladung
stimmt.

Eine andre Anlage dieser Art wurde im Vestal-Elektri-
ätswerk ausgeführt, einem großen und wichtigen Unter-
rk an der 220 kV-Kraftübertragungsleitung, etwa in der
tte zwischen Big Creek und Los Angeles. Das Werk hat
er Kraftübertragungsleitungen, Transformatoren für insge-
mt 48 000 kVA, viele 60 000 V- und 11 000 V-Leitungen und
ei 15 000 kVA-Frequenzwandler. Die CO_2-Anlage hat u. a.
en Frequenzwandler zu schützen, der getrennte Lüft-
lagen für den Motor und für den Stromerzeuger hat.
er Flaschen werden für jede Lüftanlage verwandt, zwei
für den Anfangsgebrauch und zwei für die darauffolgende
zweite Entladung. Es wird keine Einrichtung zum Zeit-
regeln verwandt, da die Reihenfolge der Entladungen durch
Druck auf Kontaktknopfschalter an einer Kontrolltafel be-
stimmt werden kann. [M 539]

Berlin Dr. H. v. L e s z e l

Abb. 13
CO_2-Feuerschutz für Haupt- und Hilfsstromerzeuger mit zeitlich regelbarem Entladeschalter (vorn links an der Wand)

Kleine Mitteilungen

Eisen- und Stahlindustrie in Chile

Chile hat gute Eisenvorkommen. U. a. wurden aus den
fo-Minen im Jahre 1926 1,2 Mill. t Erz von der Bethlehem
ile Iron Mines Co. nach den Vereinigten Staaten aus-
führt. In den Jahren 1908 bis 1910 wurde bei Corral das
ste Werk errichtet, um Roheisen nach einem französischen
rfahren zu erzeugen, da die abgebauten Kohlenvorkom-
n nur einen schlechten Koks ergaben. Die Fabrik mußte
doch bald geschlossen werden.

Die Anlagen der französischen Gesellschaft sind jetzt
n der Compania Electro-Siderurgica e Industrial, Valdivia
fgekauft worden und werden zur Zeit ausgebaut. Gleich-
itig wird an den Huilo-Huilo-Fällen ein Wasserkraftwerk
2 000 PS) erbaut, das den Strom (110 000 V 50 Per/s) in
ner 140 km langen Fernleitung nach Corral liefert. Die
rze sollen nach einem elektrischen Verfahren verhüttet
erden. In Valdivia, wo ebenfalls ein Kraftwerk (7000 PS)
baut wird, errichtet man eine Anlage mit drei Elektro-
en, Siemens-Martin-Öfen mit Gasfeuerung und Walzwerken.

Die Gesellschaft will den Eigenbedarf Chiles an Eisen-
zeugnissen nach ihrem weiteren Ausbau decken; im Jahre
924 wurden 224 000 t eingeführt. Die Gesellschaft wird
om Staat unterstützt, soweit ihre Erzeugung 50 000 t über-
eigt. („The Iron and Coal Trades Review" 26. August
27 S. 295) [N 779 a] Gw.

asrzeugung mit Gewinnung von Neben-erzeugnissen in einem Kupferwerk

Die Bwana M'Kubwa-Kupferbergwerksgesellschaft in
ordrhodesia hat kürzlich eine große Gaskraftanlage mit
winnung von Nebenerzeugnissen in Betrieb genommen,
, soweit sich bisher übersehen läßt, gegenüber den
iheren getrennten Kraft- und Heizanlagen große wirt-
haftliche Vorteile bietet. Die erheblichen Brennstoff-
sparnisse wirken sich um so mehr aus, als die Förder-
sten des abgelegenen Bergwerkes außerordentlich hoch
nd; zudem beträgt der Preis für das Ammoniak, das beim
rhütten gebraucht wird, etwa das Dreifache des durch-
hnittlichen Preises in Europa. In der neuen Anlage wird
rch Entgasung der Kohle das Gas gewonnen und zum Teil
hs Gasmaschinen zugeführt, die zusammen bis zu 1500 kW
sten. Ein andrer Teil dient als Brennstoff für die metal-
rgischen Öfen, ein dritter zur Dampferzeugung. Die bei
r Gaserzeugung und beim Verhütten erforderlichen Nie-
rdruckdampfmengen werden unmittelbar aus den Kesseln
oder aus Anzapfturbinen entnommen, die parallel zu den Gas-
maschinen arbeiten und die Spitzenbelastung übernehmen.
Ferner wird das gesamte im Betrieb erforderliche Am-
moniak bei der Gaserzeugung gewonnen. („The Engineer"
26. August 1927 S. 235) [N 779 c] Pt.

Elektrischer Indikator für schnell-laufende Verbrennungskraftmaschinen

J. O r a t a, Tokio, hat einen Indikator geprüft, bei dem
die wechselnden Drücke im Zylinder durch eine etwa 2 mm
dicke Stahlmembran von 5 cm Dmr. aufgenommen und die
Durchbiegungen dieser Membran auf elektrischem Wege
mittels besonders empfindlicher Geräte gemessen oder auf-
gezeichnet werden. Die Meßeinrichtung beruht darauf, daß
die Stahlmembran mit einer zweiten Stahlscheibe den Kon-
densator im Stromkreis einer Glühkathodenröhre bildet. Die
Schwingungen der Membran rufen dann Änderungen in der
Gitterspannung hervor, wodurch der Anodenstrom gesteuert
wird. Seine Schwankungen werden mittels Galvanometers
beobachtet oder mittels eines Oszillographen aufgezeichnet.
Versuche sind an einem Indian-Kraftradmotor bei Dreh-
zahlen bis zu 3000 Uml./min ausgeführt worden. („En-
gineering" 26. August 1927 S. 253/54*) [N 779 b] H.

Funkpeilung für den Schiffsverkehr an der englischen Küste

Zur Unterstützung der Leuchtfeuer werden jetzt an der
englischen Küste Funkzeichen-Sendestellen eingerichtet, die
mit 1000 m langer Welle in bestimmten Abständen auf etwa
60 km vernehmbare Rufzeichen abgeben. Der erste dieser
Sender, der mit 500 W Leistung arbeitet, wird demnächst auf
Round Island, einer der Scilly-Inseln, in Betrieb gesetzt. Die
L-förmige Antenne ist unmittelbar neben dem Leuchtturm
in etwa 15 m Höhe aufgehängt. Die Senderanlage, die
mit vier Röhren ausgestattet ist, arbeitet völlig selbst-
tätig. Bei Strommangel schaltet sich sofort eine Batterie
zur Aushilfe ein. Die Rufzeichen ertönen bei schönem
Wetter in halbstündigem, bei ungünstigem Wetter in drei-
minutigem Abstand. Diese Umstellung muß allerdings je-
weils mit der Hand vorgenommen werden. („The Engineer"
26. August 1927 S. 225*) [N 779 f] Gsl.

Lokomotivumbau

Um durch praktische Erfahrung mehr über Lokomotiv-
Hochdruckkessel zu ermitteln, hat der englische Ingenieur
Gresley verschiedene Kessel für 15,5 at bei Überholungen von

2 C 1-Lokomotiven statt der Kessel für 12,7 at Betriebsdruck eingebaut, wodurch das Aussehen der Lokomotiven kaum geändert wurde. Man wählte die Kesselbleche dicker und baute einen größeren Überhitzer ein. Die Lokomotiven wurden dadurch um rd. 3,75 t schwerer. Die Gewichte konnten jedoch so verteilt werden, daß sich das Totgewicht dieser Lokomotiven verringerte, und das Reibungsgewicht gegenüber der früheren Lokomotive verhältnismäßig höher wurde; das Dienstgewicht der Lokomotiven beträgt jetzt 96,25 t gegenüber rd. 92,5 t, das Reibungsgewicht 67 t gegen 61 t. Die Zugkraft beträgt bei 85 vH des vollen Kesseldruckes rd. 16 550 kg gegen 13 550 kg vorher. („The Engineer" 26. August 1927 S. 237*) [N 779 d] Krs.

Fernkabel in Frankreich

Auch in Frankreich beabsichtigt man, alle Telephon- [und] Telegraphenlinien unterirdisch zu legen. Begonnen wurd[e] [mit] den Strecken von Paris nach Le Havre, Lille und Boulo[gne;] jetzt sind auch bei Dijon die Arbeiten zur Verlegung [der] Kabellinie Paris – Marseille aufgenommen worden. [In] einem 60 bis 80 cm tiefen Betonkabelgraben soll ein K[abel] mit 420 Adern verlegt werden. In Abständen von r[d.] bis 90 km werden Verstärker eingebaut. Voraussich[tlich] werden die größeren Städte der östlichen Bezirke an [das] Kabel Paris – Marseille angeschlossen; es soll für [Tele-] graphie und Telephonie benutzt werden. („The Engin[eer"] 26. August 1927 S. 219) [N 779 e] F[...]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes. auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und K. Scheel. 17. Bd.: Elektrotechnik. Red. von W. Westphal. Berlin 1926, Julius Springer. 392 S. m. 360 Abb. Preis 33,60 *M*.

Es kann nur begrüßt werden, wenn in diesem rühmlichst bekannten Handbuch auch die Anwendungen der Physik berücksichtigt werden. Der vorliegende Band enthält folgende Kapitel: Telegraphie und Telephonie auf Leitungen von Dr. F. Breisig, Drahtlose Telegraphie und Telephonie von Prof. Dr. F. Kiebitz, Röntgentechnik und Elektromedizin von Dr. H. Behnken, Transformatoren und Elektrische Maschinen von Dr. R. Vieweg und Dipl.-Ing. V. Vieweg, Technische Quecksilberdampf-Gleichrichter von Prof. Dr. Günther-Schulze, Hochspannungstechnik von Prof. Dr. Schumann, Überströme und Überspannungen von Dr. Fraenkel.

Das Handbuch ist für Physiker geschrieben. Man wird daher nicht erwarten können, daß bei den in Betracht kommenden Schöpfungen der Elektrotechnik konstruktive Einzelheiten mit ihrer Berechnung oder Herstellung im Vordergrund stehen. In erster Linie wird die physikalische Seite der technischen Vorgänge und Vorrichtungen behandelt. Muß nicht jeder, der ein technisches Erzeugnis mit Verständnis handhaben will, dessen Physik verstehen? Gilt dies nicht in höherem Maße von demjenigen, der an der Weiterentwicklung mitarbeiten will? Und macht nicht die Durchdringung physikalischer Fragen des technischen Problems einen wesentlichen Bestandteil des technischen Denkens überhaupt aus? Die Kapitel sind durchweg von berufenen und hervorragenden Bearbeitern geschrieben. Überall sieht der Kundige, daß Veraltetes und Unwesentliches unterdrückt und das Wesentliche mit bestimmten, klaren Worten hervorgehoben wird. In den Kapiteln über Röntgentechnik und über Quecksilberdampf-Gleichrichter ist das Buch ein guter Beweis dafür, wie von der Physik immer neue Anregungen in die Technik hineingehen und von dieser auf höhere Stufen der Entwicklung gehoben werden. Daß dem Physiker der vorliegende Band willkommen sein wird, braucht nicht bezweifelt zu werden. Aber auch der Ingenieur wird in dem Handbuch einen guten Berater finden, wenn er auf seinem weitverzweigten Arbeitsgebiet in Fragen der Elektrotechnik Aufklärung braucht. Ich kann es daher in diesen Fällen warm zur Anschaffung empfehlen. [E 550] Rogowski.

Der Transformator im Betrieb. Von Milan Vidmar. Berlin 1927, Julius Springer. 310 S. m. 126 Abb. Preis 19 *M*.

Das vorliegende Buch behandelt die Betriebslehre des Transformators und ist eine Ergänzung zu dem früher erschienenen Buche des Verfassers „Die Transformatoren", das die Baulehre enthält. Die ersten Abschnitte über Preis und Wirtschaftlichkeit leiten zu den rein betriebstechnischen Fragen über, die in anschaulicher, frischer Form behandelt werden. Schaltungen, Schutzmaßnahmen, Kühlung und Parallellauf der Transformatoren bilden die Kernpunkte des Inhalts. Einen breiten Raum nimmt die Überspannungsfrage ein, die zwar durch die neuesten Untersuchungen mit dem Kathodenstrahloszillographen geklärt, aber bisher noch nicht befriedigend gelöst worden ist. Der Verfasser sieht eine brauchbare Lösung in der Doppeldrosselspule mit Eisenkern und Luftspalt. Aus allen Untersuchungen der im Betriebe des Transformators auftretenden Schwierigkeiten geht die edle Absicht des Verfassers hervor, bei Betriebsingenieur und Konstrukteur gegenseitiges Verständnis für die Schwierigkeiten und Notwendigkeiten sowohl im Bau als auch im Betrieb des Transformators zu erwecken und auf diese Weise beiden unliebsame Auseinandersetzungen zu ersparen.
[E 665] Zn.

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechneri[sche] Bestimmung. Von G. Hönnicke. Berlin 1927, J[ulius] Springer. 115 S. m. 26 Abb. Preis 6 *M*.

Der Verfasser geht davon aus, daß die übliche Z[ahn]radberechnung umständlich und unsicher sei, und gib[t in] erster Linie dem Vergleichswert c in der bekannten Fo[rmel] „Zahndruck = c × Zahnbreite × Teilung" die Schuld, da [man] sich unter dem Wert c nichts vorstellen könne. Er f[ührt] deshalb sämtliche Rechnungen unter Zugrundelegung [der] zulässigen Beanspruchung k_b durch, die dem Ingenieur [aus] seinen sonstigen Berechnungen geläufig ist. Die For[meln] werden an Beispielen erläutert. Durch Zahlentafeln we[rden] die Rechnungen sehr vereinfacht. [E 652] F[...]

Preßluftanlagen. Planung und Betrieb. Herausgeg[eben] vom Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung. B[erlin] 1927, Beuth-Verlag. 38 S. m. einz. Abb. Preis 1,5[0 M.]

Das Büchlein gibt Ratschläge für die Beschaffung [von] Neuanlagen und zur Verbesserung von vorhandenen [An]lagen. Es gliedert sich in zwei Teile, die Planung [und] den Betrieb. Beide behandeln den Kompressor, die Dr[uck]luftleitung und die Druckluft-Arbeitsmaschinen.

In klarer und kurzer Darstellung ist alles zusam[men]gefaßt, was im Druckluftbetrieb zu beachten ist. Die W[ich]tigkeit von Meßgeräten und der fortlaufenden Eintrag[ung] ihrer Ablesungen wird hervorgehoben. Wichtig ist [auch] die Aufzeichnung des Ölverbrauches, der Ausbesseru[ngen] an Druckluftwerkzeugen, u. a. in Protokollbüchern [und] Karteien, wodurch die Personal- und Betriebsüberwach[ung] erleichtert wird. Neben vielen Ratschlägen, die heute [be]reits als Allgemeingut gelten können, finden sich so[lche,] die noch nicht überall beachtet werden, wie z. B. die [An]wendung loser Flansche, bei der Verlegung von [Rohr]leitungen die Vermeidung von Flanschenverbindu[ngen] durch Schweißen. Zahlentafeln über Luftdruck in vers[chie]denen Höhenlagen, Kraftbedarf von Kompressoren, F[euch]tigkeit der Luft, Druckverluste in den Leitungen ergä[nzen] den Inhalt. Bei den Mitteln zur Prüfung von Undichth[eiten] ist scheinbar übersehen worden, das Abseifen zu erwäh[nen;] dies macht auch Undichtheiten kenntlich, die für das G[ehör] und selbst oft für das Gefühl unmerklich sind.

Nachdem die Druckluft heute fast für jede Werk[statt] unentbehrlich geworden ist, verdient das Büchlein a[llge]meine Verbreitung. Seine Beachtung schützt vor W[erk]stoffvergeudung und vor Druckluftverlusten, somit vo[r un]nötigen Ausgaben und Energieverlusten.
[E 701] V. Fisch[er]

DIN-Taschenbuch 10: **Schrauben, Muttern und Zube[hör].** Berlin im Juli 1927, Beuth-Verlag. 329 S. m. zahlr. [Abb.] Preis 6 *M*.

Von den deutschen Normen, die als Einzelblätter [im] Format A 4 erscheinen, gibt der deutsche Normenauss[chuß] in regelmäßiger Folge Taschenbücher, auf die Hälfte ([A 5]) verkleinert, heraus, in denen die Normenblätter einz[elner] Gebiete vereinigt sind. In dieser Reihe der DIN-Tas[chen]bücher ist nunmehr der 10. Band „Schrauben, Muttern [und] Zubehör" erschienen; er enthält nach dem Stande [vom] Juli 1927 alle Normenblätter dieses wichtigen Gebietes. [Ein] Stichwortverzeichnis erleichtert das Auffinden.
[E 653] F[...]

Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. 1. T.: Allgem[eine] Bergwirtschaftslehre. Von A. Dahms. 3. Aufl. [Leip]zig 1927, A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung. 7[...] Preis 3 *M*.

Das Fehlen einer kurz gefaßten Übersicht über die [all]gemeinen bergwirtschaftlichen Aufgaben hat Dahms [ver]anlaßt, eine kurze Einführung in diesen so wichtigen

unsrer Volkswirtschaft zu geben; hierbei werden bei rliegenden Neuauflage die zahlreichen statistischen igen von 1920 ab verwertet und eine Reihe von sehr enswerten vergleichenden Angaben über Leistung lbstkostenzusammensetzung im deutschen Bergbaube vor dem Kriege und jetzt gegeben. Wenn auch zur ung höchster Wirtschaftlichkeit die auf den Gruben nden minderwertigen Brennstoffe (Koksgrus, Kohlen- Zwischengut aus der Wäsche usw.) an Stelle hoch- er, verkaufsfähiger Brennstoffe möglichst weitgehend . Erzeugungsstellen selbst verwendet werden sollen, heint die auf S. 57 geforderte „Verwertung der Wasch- in Steinkohlenaufbereitungen durch Verbrennen in toren" doch zu weitgehend. Am Schlusse der Betrach- wird noch auf die Schwierigkeiten einer genauen mäßigen Lagerstätteninventur und damit der Lebens- der einzelnen Bergbauzweige eines Landes einge- 1.

as Büchlein gibt in kurzer Zusammenfassung einen Überblick über die volkswirtschaftliche Bedeutung rgbaues. [E 666] Pr.

ewöhnlichen und partiellen Differenzen - Gleichungen Baustatik. Von Fr. B l e i c h und E. M e l a n. Berlin Wien 1927, Julius Springer. 350 S. m. 74 Abb. s 28,50 *M*.

ährend die Auflösung linearer Differenzengleichungen ränderlichen Koeffizienten schwierig und nur in ver- smäßig wenig Fällen bisher gelungen ist, ist die von den Differenzengleichungen mit konstanten zienten weitgehend ausgebaut und in einer ganzen von Fällen zur Lösung technischer Fragen angewendet n. Es handelt sich dabei ganz allgemein um die Klä- der gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen solchen ten, deren x-Werte den gleichen Abstand voneinander . y kann dabei abhängig von einer oder mehreren derlichen sein. Die Differenzengleichungen sind vor wichtig für die Baustatik, wo Träger und Stützen in ten Abständen eine große Rolle spielen. Das vor- nde Werk soll dem Ingenieur als Einführung dienen, ele andre Werke mehr für den Mathematiker bestimmt [E 654] W. S.

Röchling. Das Lebenswerk eines Großindustriellen. Richard N u t z i n g e r. Völklingen-Saarbrücken 1927, r. Hofer A.-G. 168 S. m. versch. Abb. Preis 25 Frs.

em Verfasser, der als Hauslehrer in der Familie ing lange Zeit tätig war, boten sich sicherlich bio- ische Quellen, die ihn zu seiner Aufgabe besonders en erscheinen lassen. In dieser Beziehung wird auch ngenieur das Buch, zumal die Darstellung flüssig und haltend ist, nicht ohne Befriedigung aus der Hand Darüber hinaus muß gerade er jedoch erwarten, n der Lebensbeschreibung eines großen Technikers — as war Karl Röchling — auch seine technischen Groß- und Wagestücke als die Ursachen vieler bedeutender ge gründlicher nachgewiesen werden, als es in dem der Fall ist. Die stellenweise in ihrer weichen mentalität fast peinlich zu lesenden Betrachtungen den „Arbeiterfreund Röchling" verraten als Urheber uches den Kirchenmann; sie werden aber nicht dem jenes Willenstitanen gerecht. So ist die Schilde- zwar angenehm und glatt, aber größtenteils so an- spruchslos, daß das kleine Buch wohl vorzugsweise seine Leser unter den Angehörigen des Röchlingschen Werkes, insbesondere der Arbeiterschaft, finden wird.
[E 482] Kr.

Der Drehstrom-Induktionsregler. Von H. F. S c h a i t. Berlin 1927, Julius Springer. 356 S. m. 165 Abb. Preis 25,50 *M*.

Beiträge zum Abnutzungs-Problem. Von Werner B o n d i. Berlin 1927, VDI-Verlag. 137 S. m. 105 Abb. Preis 4,50 M.

Für den Konstruktionstisch. Leitfaden zur Anfertigung von Maschinenzeichnungen. Von W. L e u c k e r t u. H. W. H i l l e r. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 62 S. m. 44 Abb. Preis 3,60 *M*.

Kohle—Koks—Teer. 14. Bd.: **Verbrennung im Gaserzeuger und im Hochofen.** Eine neue Theorie. Von A. K o r e - v a a r. Übers. von J. Gwosdz. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 137 S. m. 28 Abb. Preis 9,90 *M*.

Das Kalkwerk. Von Theodor K l e h e. Berlin 1927, Kalk- verlag. 367 S. m. 173 Abb. Preis 15 *M*.

Lehrgang der Härtetechnik. Von Joh. S c h i e f e r u. E. G r ü n. 3. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 211 S. m. 175 Abb. Preis 8,75 *M*.

Handbücher für Motoren- u. Fahrzeugbau. Bd. 5a: **Automobilbau.** Von P. M. H e l d t. 4. Bd.: Vergaser und Brennstoffe. Deutsche Bearb. von H. Dechamps. Berlin 1927, Rich. Carl Schmidt & Co. 200 S. m. 155 Abb. Preis 14 *M*.

Jahrbuch für Luftverkehr 1926/27. Herausgeb.: F i s c h e r v o n P o t u r z y n u. Josef M. J u r i n e k i. Verb. m. d. Aero-Club von Deutschland. München 1927, Richard Pflaum. 270 S. m. einz. Abb. Preis 16,50 *M*.

Ancient Egyptian Metallurgy. Von H. G a r l a n d and C. O. B a n n i s t e r. London 1927, Charles Griffin & Co. Ltd. 214 S. m. 113 Abb. Preis 12 sh. 6 d.

Old chemistries. Von Edgar F. S m i t h. London 1927, McGraw Hill Publishing Company. 89 S. m. versch. Abb. Preis 12 sh. 6 d.

The romance of the cotton industry in England. Von L. S. W o o d and A. W i l m o r e. London 1927, Oxford University Press. 288 S. m. 94 Abb. Preis 5 sh.

Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Eine Einführung in die Kolloidchemie. Von Wolfgang O s t w a l d. 9. u. 10. Aufl. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 325 S. m. 43 Abb. Preis 12 *M*.

Die Abgabe für die Benutzung eines Patents. Von Ludwig F i s c h e r. Berlin 1927, Carl Heymann. 27 S. Preis 2 *M*.

Inventions and patents. Their development and promotion. Von Milton W r i g h t. London 1927, McGraw Hill Publishing Company. 225 S. Preis 12 sh. 6 d.

Die deutsche Elektrizitätsversorgung. Herausgeg. vom Vorstand des Deutschen Metallarbeiter-Verbandes. Stuttgart 1927, Verlagsgesellschaft des Deutschen Metallarbeiter-Verbandes. 288 S. m. zahlr. Abb. Preis 8 *M*.

Die Frage der Kraftfahrzeugsteuer. Denkschrift des Reichsverbandes der Automobilindustrie. Bearb. von Dr. S c h o l z. Berlin 1927, Selbstverlag. 154 S. Preis 3 *M*.

Teubners Handbuch der Staats- und Wirtschaftskunde. 2. Abt.: **Wirtschaftskunde.** 2. Bd., 4. H.: Betriebswirtschaftslehre. Von Erwin G e l d m a c h e r. 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 44 S. Preis 2 *M*.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

ließdruckwage als Parallel- oder Geradführung für Pressen und ähnliche Maschinen

n Z. Bd. 71 (1927) ist auf S. 429 eine Fließdruckwage ressenfabrik Fritz Müller, Eßlingen, als Parallel- oder lführung für Pressen, schwere Scheren und ähnliche inen beschrieben, die einer Konstruktion mit Schwing- l- oder Keildruck überlegen sein soll. Es wird be- et, daß die Fließdruckwage die Werkzeuge oder n v o l l s t ä n d i g p a r a l l e l führe.

as entspricht nicht den Tatsachen, weil der Konstruk- der Fließdruckwage die Zusammendrückbarkeit der igkeit vernachlässigt hat.

s sei angenommen, Abb. 3 des genannten Aufsatzes eine Schere oder Bördelpresse von 1000 t Druck bei nm Hub dar. Ferner sei angenommen, daß sich bei n der Schneid- oder Preßbewegung der gesamte Wider- der Schere von 1000 t auf der Mitte eines der äußeren n befindet. Der über dem Widerstand befindliche n drückt unmittelbar mit 500 t, die noch fehlenden Druck muß der andere Kolben durch die Fließdruck- übertragen. Der Abstand der Preßzylinder von Mitte zu Mitte beträgt 6 m und der Abstand der Kolben der Fließdruckwage von Mitte zu Mitte 4 m, die Kolben a, b, c, d, sollen 500 mm Dmr. haben, der Druck, den die beiden Fließdruckkolben, der eine nach oben und der andre nach unten ausüben, beträgt $\frac{500\,000 \cdot 600}{400} = 750\,000$ kg. In einem Ausgleichzylinderpaar einschließlich der Rohrleitung befinden sich etwa 220 l Öl, das bei 750 t Preßdruck unter einem Druck von 382 at stehen muß.

Der Zusammendrückbeiwert beträgt bei:

Mandelöl	von 17°	= 55,2
Olivenöl	„ 20,5°	= 63,3
Rüböl	„ 20,3°	= 59,6
Steinöl	„ 19,4°	= 74,6
	Summe	252,7

$$\text{also im Durchschnitt} = \frac{252,7}{4} \sim 63.$$

Nach Versuchen von mir sind hierzu etwa 5 vH für die Ausdehnung der Konstruktionsteile hinzuzurechnen.

Die Zusammendrückung des Öles beträgt daher mit Berücksichtigung der Ausdehnung der Konstruktionsteile:

$$1{,}05 \cdot \frac{63 \cdot 220 \cdot 382}{10^6} \sim 5{,}5\ \mathrm{l}.$$

5,5 l entsprechen 28 mm Hub bei 500 mm Kolbendurchmesser. Da der bewegliche Preßbalken auf 4 m Länge um 28 mm schiefgestellt ist, steht er bei 6 m Entfernung um 42 mm schief. Die Schiefstellung des Pressenhauptes ist unabhängig von der Größe der Kolben der Fließdruckwage; sie ist dem Hub und dem Zusammendrückbeiwert verhältnisgleich.

Nicht unerwähnt soll die Überlegung bleiben, ob es richtig ist, statt zweier Preßzylinder sechs mit ungefähr demselben oder mit höherem Druck und demselben Hub zu nehmen, um eine Schwingwelle mit zwei Kurbeln zu ersparen. Diese könnte so stark gemacht werden, daß eine wirkliche Geradführung des Preßbalkens erreicht wird, wohingegen man bei einer Fließdruckwage bei gegebenen Verhältnissen einer nennenswerten Schiefstellung des Preßbalkens vollkommen machtlos gegenübersteht.

Adolf Kreuser

Entgegnung

Das Wort „vollständig" vor parallel kann wegbleiben. Im vorliegenden Fall ist eine gewisse einseitige Voreilung Bedingung, damit die Wage überhaupt wirken kann; sie wird aber kaum zu beobachten sein und kann ausgeglichen werden.

Wenn man mit 1 m Hub und 750 000 kg einseitigem Druck auf jeder Seite rechnet, erhält man ganz gewaltige Zahlen für die Abmessungen der Maschinenteile, wie Kurbelstangen und Lager, und für die Formänderungen, namentlich, wenn man die Konstruktion nicht nur für Balken, sondern auch für Platten berechnet. Am vorteilhaftesten erwies sich die Verwendung der Fließdruckpresse und der Wage. Diese Wage steht ständig unter Druck, sagen wir in unsrem Falle unter 250 at. Das Öl wird daher bei der Arbeit nur wenig stärker zusammengedrückt, als in Ruhestellung. Diesen Dienst besorgen die Ventile, Abb. 3.

Herrn Kreusers Berechnung stimmt mit der des Konstrukteurs überein, sie hat zu der oben erwähnten Vorkehrung geführt, um die Formänderungen während des Arbeitsganges möglichst auszugleichen. Die Beobachtungen an fertigen Maschinen zeigen, daß die Wasserwage auf dem Balken kaum merklich ausschlägt.

Weiter berechnet Herr Kreuser das Schiefstehen des Balkens bei 4 m Entfernung der Wagzylinder mit 28 mm, daher bei 6 m mit 42 mm. Die Wagzylinderkolben drücken aber im Gegensatz zu Abb. 3 meines Aufsatzes auf die äußerste Stelle des beweglichen Balkens, Abb. 4; die Berechnung ergäbe dann nicht $\frac{28 \cdot 6}{4} = 42$, sondern $\frac{28 \cdot 4}{6} = 18{,}7$ mm. Abb. 4 zeigt auch, daß die Kolben durch Gelenkklötze mit den Balken gekuppelt sind. Bei der Schere darf das Messer sogar nur einige Zentimeter Spiel haben, es braucht nur gegen Ausweichen nach rückwärts geführt zu sein. Zwei Rollen genügen als Seitenführung.

Gerade die Wage gibt die Möglichkeit, den Balken oder die Platte der Presse so einzustellen und zu führen, daß man mit geringstem Werkstoff- und Kraftaufwand auskommt, und daß die Maschinen vor Bruch geschützt sind, auc versehentlich außergewöhnlich starke Teile unte werden.

Zum Schluß führt Herr Kreuser noch an, daß d strukteur bei der Wahl einer Fließdruckwage bei benen Verhältnissen einer nennenswerten Schiefs machtlos gegenüberstände. Ausgeführte Anlagen be daß diese Annahme unrichtig ist. Fritz Mü

Rückäußerung

Das Wort „vollständig" vor parallel kann nicl bleiben, sondern es muß wegbleiben. Streng ge muß auch das Wort parallel wegbleiben; denn we Einrichtung so arbeitet, wie ich es in meiner ers schrift ausgerechnet habe, kann man nicht von eine lelen Führung sprechen.

F. Müller stellt die Wage unter eine ständige Sp von 250 at, in dem Glauben, daß dann das Öl bei de nur wenig stärker zusammengedrückt würde als Ruhestellung der Maschine, und daß ferner diesen Di Ventile besorgen. Das ist eine Verkennung der Ta Bedingung für die Wirkung der Wage ist, daß linder *a*, *b*, *c*, *d* völlig mit Öl gefüllt sind. Die Verh liegen so, daß bei Auffüllung der Zylinder der Flie wage mit Öl von 0 at bei dem angenommenen Bel fall in dem einen Zylinderpaar 0 at und in dem 382 at herrschen. Wenn die Fließdruckwage in de stellung unter 250 at Druck steht, herrschen beim Belastungsfall in dem einen Zylinderpaar 0 + 250 = und in dem andern 382 + 250 = 632 at. Der Druckunt von 382 at ist in jedem Fall vorhanden. Der Zus drückbeiwert ändert sich mit steigendem Druck, z. B Druckspanne von 250 at kaum um 5 vH. Bei 250 at A spannung in den Zylindern der Fließdruckwage wü Öl um etwa 5,22 l statt 5,5 l zusammengedrückt das entspricht einer Schiefstellung des Preßbalk 39,9 mm statt 42 mm. Ventile können hieran nichts denn während des Preßvorganges müssen die Rä Fließdruckwage kreuzweise verbunden sein, sonst die Wage überhaupt nicht.

Es entspricht nicht den Tatsachen, daß du Fließdruckwage die Maschinen vor Bruch geschütz davor schützen lediglich die Antriebstauchkolben. W Presse richtig konstruiert ist, muß sie den durch triebskolben begrenzten Höchstdruck an jeder Stel üben können. Die Fließdruckwage hat nur die Aufg Druck nach der betreffenden Stelle hinzuleiten. Da eine mechanische Einrichtung besser. Auch wen mechanische Presse mit einer Fließdruckwage aus wäre, könnte die Fließdruckwage die Maschine nic Bruch schützen; denn wenn bei Überschreitung des drucks Öl durch Sicherheitsventile aus der Fließdru herausgelassen würde, würde bei einseitigem Ölaus Preßbalken vollständig schief stehen, so daß die Schaden leiden müßte.

Adolf Kreu

Herr Fritz Müller hat es abgelehnt, sich zu die schrift nochmals zu äußern. Die Schriftle

[D 323]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 17. SEPTEMBER 1927 NR. 38

Anwendung von Lademaschinen im Bergbau unter Tage

Von Dipl.-Ing. Fr. Prockat, Berlin

Nachteile der Handverladung, allgemeine Grundsätze für die maschinenmäßige Ladearbeit — Einteilung der Lademaschinen — Beschreibung der einzelnen Bauarten unter Angabe von betriebsmäßigen Ladeleistungen — Vereinigte Gewinnungs- und Lademaschinen — Betriebliche Vorteile der maschinellen Verladung unter Tage

Die weitgehende Mechanisierung des Bergbaues hat bis jetzt sonderbarerweise noch vor einem wichtigen Punkt haltgemacht, der Schaufelarbeit unter ...e. Während man im Bauwesen und Tagebaubetrieb ...on bei verhältnismäßig kleinen Massenbewegungen ...chinelle Einrichtungen in Form von Baggern, Kabel...nen usw. ständig verwendet, werden im deutschen ...gbau unter Tage alljährlich Millionen Tonnen Hauf...k von Hand mittels Schaufel in die Förderwagen ver...n. Einen Versuch, diesen großen Unkostenpunkt, den ...teure Wegfüllarbeit von Hand[1]) bietet, möglichst aus...halten oder doch wenigstens zu vermindern, bildet ... Rutschenbetrieb, der im Steinkohlenbergbau gleich...ig die Einführung langer Abbaufronten und des ...rämmaschinenbetriebes und dadurch eine gewisse Ab...konzentration ermöglicht hat.

Auch beim Rutschenbetrieb ist in der Mehrzahl der ...le noch ein Einschaufeln des Haufwerks in die ...schen von Hand erforderlich, wenn auch die Wurf...e wegen der niedrigen Bauhöhe der Rutschen schon ...utend geringer ist als beim Förderwagen. Zur gänz...en Ausschaltung des teuren Einladens von Hand — nach ...ben[1a]) ist „der wichtigste geschlossene Betrag an Ar...zeit die Ladearbeit der Schlepper" — und Erreichung ...ster Wirtschaftlichkeit wird sich bei wagerecht ...nden oder flach einfallenden Lagerstätten bis herauf ...twa 10° die Einführung der völlig maschinenmäßigen ...earbeit immer mehr als notwendig erweisen.

Die äußerst verschiedenartigen Lagerungs- und Ab...verhältnisse in den verschiedenen Bergbauzweigen ...den jedoch einer Typisierung und Normalisierung ...m Bau solcher Lademaschinen eine gewisse Grenze ...zen. Eine Maschine, die den engen Raumverhältnissen ...geringmächtigen Steinkohlenflözen und den weiten Ab...räumen im Kali zugleich gerecht wird, ist nicht zu ...ken. Ein Erfolg der maschinenmäßigen Ladearbeit ...d sich daher erst aus einer weisen Auswahl der mecha...chen Hilfsmittel ergeben[2]), bei denen Maschinen und ...auverfahren — dies gilt besonders für den Stein...lenbergbau — so aufeinander abgestimmt sind, daß sie ...r den besonderen Verhältnissen der betreffenden ...be Höchstleistungen ergeben[3]).

Als allgemeine Grundsätze für die maschinenmäßige ...earbeit, bei der also das Haufwerk von der Lade...chine selbsttätig ohne Zuhilfenahme von Handschau...rbeit in den Grubenwagen oder die Rutsche gefördert ...den soll, können folgende gelten: gedrängte, feste, ...ache und betriebsichere Bauart der Maschine bei gro... Leistung, leichte Bedienungsmöglichkeit durch einen ...n. Fernerhin muß sich die Maschine entweder auf ... Grubenschienen oder auf Raupenketten möglichst ...h eigene Kraft fortbewegen können und so gebaut ..., daß sie von einer Aufstellung das Haufwerk mög...st beiderseits des Grubengleises auch in großen ...ken laden kann. Das Austragende der Maschine muß ...rt schwenkbar ausgebildet sein, daß durch die beschränkten Raumverhältnisse in der Grube bedingte scharfe Bahnkrümmungen von der Maschine leicht genommen werden können.

Die verschiedenen Lademaschinen-Bauarten arbeiten entweder unmittelbar oder mittelbar unter Zwischenschaltung von Rutschen oder Bandförderern in die Förderwagen. Wegen ihrer verhältnismäßig großen Ladeleistung ist eine möglichst gut durchgeführte Organisation des Förderbetriebes von besonderer Wichtigkeit. Wenn man bei Versuchen mit Lademaschinen in den letzten Jahren häufig nicht den erwünschten Erfolg hatte, so lag das in der Mehrzahl der Fälle nicht an der Unzweckmäßigkeit der Lademaschinen an sich, sondern daran, daß die Maschinen bei weitem nicht voll ausgenutzt werden konnten, weil die Heranschaffung von leeren Wagen sich nicht entsprechend der Leistungsfähigkeit der Maschinen durchführen ließ. Aus diesem Grunde verwendet man in den Vereinigten Staaten von Amerika häufig Förderwagen mit möglichst großem Fassungsvermögen von rd. 3 t und großer Spurweite, 1000 mm, die sich durch besonders niedrige Bauart auszeichnen, um den Lademaschinen eine möglichst geringe Bauhöhe geben zu können und um sie auch in weniger mächtigen Flözen anzuwenden. Für die Gleise sind möglichst schwere Schienen (25 kg/m) zu verwenden, um den hohen Beanspruchungen durch die große Zugförderung und durch die verhältnismäßig schweren Lademaschinen gerecht zu werden. Auch kann man zwischen Lademaschine und Förderwagen als Puffer wirkende Bunker einschalten; in einem Fall ist die Leistung der Lademaschine um 25 vH gegenüber der Leistung bei unmittelbarer Verladung gestiegen[4]).

Eine Einteilung der Lademaschinen läßt sich unter Anführung der Hauptvertreter nach dem folgenden Schema vornehmen:

I. Ohne Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern.

a) Kratzerlader, 1. Osana-Lader, 2. Goodman Entry-Lader, 3. Ace-Lader, 4. Schmidt-Kranz-Lader.

b) Schaufellader, 1. St. Joe-Schaufel, 2. Butler-Schaufel, 3. Hoar-Schaufel, 4. Goodman-Schaufel, 5. Portalhochbagger der Maschinenfabrik Buckau.

II. In Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern.

a) Kratzerlader, 1. Joy-Lader, 2. Shanaberger-Lader, 3. Coloder-Lader, 4. Sullivan-Lader, 5. Lademaschine von Schmidt-Kranz.

b) Schaufellader, 1. Entenschnabel von Eickhoff, 2. Myers Whaley-Lader, 3. Buckauer Lader, 4. Bamag-Meguin-Lader, 5. Hanomag-Lader.

III. In Verbindung mit Gewinnungsmaschinen und Bandförderern, 1. Jeffrey-Lader (Shortwall), 2. O'Toole-Lader, 3. Mc Kinlay-Lader.

Kratzerlader ohne Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Mit die einfachste Art der maschinellen Verladung des auf der Sohle liegenden Haufwerks in die Förderwagen ist die Nachahmung der Arbeit mit Kratze und

[1]) „Mining and Metallurgy" Bd. 6 (1925) S. 188.
[1a]) „Glückauf" Bd. 62 (1926) S. 798.
[2]) „Coal Age" Bd. 25 (1924) S. 681.
[3]) „Coal Age" Bd. 29 (1926) S. 466.
[4]) „Coal Age" Bd. 31 (1927) S. 766.

Abb. 1. Osana-Lader

Trog durch maschinell betriebene Kratzer, die das von ihnen gefaßte Haufwerk über eine ansteigende Ladebrücke in den Förderwagen hineinziehen. Die ganze Vorrichtung besteht in der Hauptsache aus dem Kratzgefäß, zwei Seiltrommeln zum Hin- und Herbewegen des Kratzgefäßes und einer schräg ansteigenden, fast bis auf den Boden reichenden Verladebrücke, unter die der zu beladende Förderwagen geschoben wird.

Der Vorteil dieser einfachen Lademaschinenarten gegenüber den später zu beschreibenden schwereren Bauarten ist neben den geringeren Anlagekosten auch die Möglichkeit, in geringmächtigen, nicht söhligen Lagerstätten arbeiten zu können. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß in der Zeit, in der ein voller Förderwagen gegen einen leeren ausgetauscht wird, der Kratzer weiter arbeiten und neues Haufwerk bis an die Schrägfläche des Laders herankratzen kann, infolgedessen dann der nächste Wagen in kürzerer Zeit gefüllt wird.

Bei dem Osana-Lader[5]) ist die Verladebrücke auf einem Wagengestell aufgebaut, das bei der Arbeit des Laders mit einer Blockierschraube am Gestänge befestigt wird, Abb. 1. Der Verladearm kann bei genügender Streckenhöhe mit Schwenkklappen ausgerüstet werden, so daß der Kratzer auf diesem eine größere Haufwerkmenge ablagern kann, als dem Inhalt eines Förderwagens entspricht. Vor Beginn des eigentlichen Verladens werden gewöhnlich erst einige Kratzerladungen vor der fast bis auf die Gleise reichenden Schrägrinne angeschüttet, damit der Kratzer besser heraufgleiten kann.

Der Lader wird in zwei Größen gebaut, von denen der kleinere in Verbindung mit 1 t-Wagen in engen Strecken arbeitet, während bei größeren Streckenquerschnitten die zweite Bauart, die in 2,25 t-Förderwagen ladet, verwendet wird[6]). Beim Laden in 1,4 t-Wagen lassen sich in 5 h über 100 t Gestein oder rd. 18 t/h verladen. Zeitstudien bei Verladung in 2 t-Wagen von Hand und Maschine ergaben die in Zahlentafel 1 verzeichneten Werte. Die reine Ladezeit ist bei Verwendung der Lademaschine um 55 vH, die Gesamtzeit zur Beladung eines 2 t-Wagens um 37 vH geringer, als bei Verladung von Hand. Der Lader kann schnell von einem leer geförderten Arbeitsplatz zu einem neuen gefahren werden, indem eine Grubenlokomotive unter die Ladebrücke des Laders fährt oder unter Zwischenschaltung eines Förderwagens mit ihm gekuppelt wird.

Ähnlich gebaut ist der Entry-Lader der Firma Goodman, Chikago, Ill., bei dem sich im Gegensatz zu dem Osana-Lader der elektrisch angetriebene Haspel unter der Verladebrücke befindet. Der Kratzer

[5]) Engg. Mining Journ. Press Bd. 117 (1924) S. 731.
[6]) Engg. Mining Journ. Press Bd. 123 (1927) S. 636.

Zahlentafel 1
Vergleich der Ladezeit eines 2 t-Wagens bei Handarbeit und mit dem Osana-Lader

	Handarb. min	Maschine min
Laden	15,3	6,83
Fördern	12,1	10,4
Sonstiges	1,7	1,1
Zusammen	29,1	18,33

hat ein Fassungsvermögen von 0,75 t und gleitet mit Geschwindigkeit von 1,5 m/s über das Liegende. ganze Lademaschine ruht auf den Grubenschienen, A und ist imstande, durch Umstellung des Motors au mit endloser Kette untereinander verbundenen Räde ohne fremde Hilfe fortzubewegen. Der Lader ist b ders für geringmächtige Flöze geeignet und hat u. a. auf der Ajax-Grube, Kentucky[7]), sowohl im Pf als auch im Strebbau gut eingeführt. Auf dem 1 m tigen Lower Kittanning-Flöz hat sich die Kopfleistu Schicht nach Einführung des Laders verdreifacht, 98,6 vH der anstehenden Kohlen eines Abbaufelde wonnen wurden, während die Handverladung nur ergab[8]). Bei der großen Bauart, dem Goodman trommel-Kratzerlader, sind Haspel und Gleitfläch trennt voneinander aufgestellt. Der Kratzer hat hierb Fassungsvermögen von 4 t. Als Haspel verwendet einen Dreitrommelhaspel, der durch einen mit 2300 beitenden Wechselstrommotor von 94 kW angetr wird. Das Hauptzugseil hat 22 mm Dmr., das Hint 19 mm Dmr. Als Durchschnittsleistung sind in Flöz von 2,1 bis 3,05 m Mächtigkeit und unter den schiedenartigsten Gebirgsverhältnissen bei einer Ge belegschaft von 15 bis 19 Mann in einem 70 m l Streb 350 t je Schicht gefördert worden[9]).

Abb. 2. Entry-Lader

Eine Lademaschine für ähnlich große Leistung der Ace-Lader, bei dem der Kratzer ebenfalls w den einzigen, den Gefahren am Stoß ausgesetzten Te Lademaschine darstellt. Der Kratzer ist 3,05 m 1,52 m breit, und 0,8 m hoch und wiegt rd. 2,5 t. Kratzer besteht aus 19 mm starken Eisenplatten, die und an den Seiten durch U- und Winkeleisen vers und verbunden sind. Besondere Merkmale d Kratzers sind die umsetzbaren Vorder- und Hintersei festigungen und Nickel-Chrom-Zähne, die am Vorde der Seitenwände angenietet sind. Die genaue Rich für den Lauf des Kratzers wird jeweils durch Seilbe gung festgestellt[9a]). Bei einer Seilbefestigung nah Seitenwand kann der Kratzer bei einer Stoßlänge 100 m einen Bogen von 10 m beschreiben. Durch stellen der Seilbefestigung kann man also den K leicht lenken. Nach ähnlichen Grundsätzen arbeit von der Maschinenfabrik Schmidt-Kranz & Co., hausen, hergestellter Kratzerlader, bei dem der K ungeführt und auch geführt arbeitet.

Schaufellader ohne Verbindung mit Rutschen od Bandförderern

Eine zweite Möglichkeit der maschinenmäßigen arbeit liegt in der Nachahmung der Schaufelarbei Hand, die sich am meisten bei der St. Joe-Scha der Thew Shovel Co. ausprägt. Die Schaufe 0,5 t Fassungsvermögen, die man hauptsächlich im a kanischen Erzbergbau verwendet, ist auf einem recht schwenkbaren Ausleger befestigt, der mit s rückwärtigen Ende in einer Gleitbahn zwangläufig eine Gallsche Kette bewegt wird, so daß also die S fel in das Haufwerk wagerecht hineingestoßen w kann, Abb. 3. Die Schaufel wird durch ein Seil, d Enden auf zwei getrennten Trommeln mit Eigena befestigt sind, wagerecht geführt.

[7]) „The Colliery Guardian" Bd. 132 (1926) S. 673.
[8]) „Coal Age" Bd. 31 (1927) S. 878.
[9]) „Coal Age" Bd. 30 (1926) S. 801.
[9a]) „Coal Age" Bd. 27 (1925) S. 897.

Abb. 3
St. Joe-Schaufel

Auf dem drehbaren oberen Teil der Lademaschine drei Wechselstrommotoren für folgende Aufgaben bracht: Der Hauptmotor (15 kW) treibt über eine radübersetzung eine wagerecht liegende Welle an, nit der Gallschen Kette zum Vorstoßen der Schaufel unden ist. Auf dieselbe Welle ist eine Trommel auf- ilt für ein Seil, dessen Aufgabe es ist, die Vorder- e der Schaufel in wagerechter Richtung auf dem Lie- len kratzen zu lassen. Die Schaufel hebt und senkt mittels des Haspelmotors (9 kW), wobei der Schau- isleger sich senkrecht um seine Lager in den Kreuz- führungen der Gleitbahn bewegt. Der dritte Motor V) dreht den Oberteil der Lademaschine, den Dreh- , um seinen Mitelpunkt, Abb. 4.

Abb. 4
St. Joe-Schaufel im Betrieb

Der in der Mitte sitzende Bedienungsmann bedient alle drei Motoren durch zwei Handschalter, die durch Federn in ihren jeweiligen Stellungen festgehalten werden[10]). Zur Fortbewegung der auf Raupenketten verlagerten Lademaschine legt der Bedienungsmann einen Hebel um, der den Motor von der Schaufelstoßvorrichtung loskuppelt und ihn über ein andres Zahnradvorgelege mit der Antriebwelle für die Raupenkette verbindet.

Die Mindestarbeitshöhe der Lademaschine beträgt 1,4 m, ihre Breite 1,9 m, die Gesamtlänge bei zurückgezogener Schaufel 4,7 m. Das Ende des Drehtisches ist 1,9 m vom Drehpunkt entfernt. Die Schaufel kann 2,15 m vorstoßen, so daß die gesamte Reichweite vom Mittelpunkt 4,9 m beträgt und damit eine Breite von 9,75 m ohne Weiterbewegung der Maschine leer geschaufelt werden kann. Die theoretische Stoßkraft beträgt 12 t, das Gewicht der Maschine 13 t. Die senkrechte Teilkraft des Hubes ist begrenzt durch die Standfestigkeit der Maschine; sie beträgt mindestens 2 t an dem vorderen Schaufelrand bei ausgestrecktem Schaufelarm. Einen zusammenfassenden Überblick über Leistungen und Kosten beim maschinellen Verladen mit den St. Joe-Ladern bei der St. Joseph Lead Co., die von 15 000 t täglicher Förderung etwa 60 vH maschinell fördert, ist in Zahlentafel 2 wiedergegeben.

Für beschränktere Raumverhältnisse, besonders zum Streckenvortrieb geeignet, ist die im deutschen Schrifttum[11]) schon beschriebene Butler-Schaufel, Abb. 5, der Nordberg Mfg. Co., Milwaukee. Die mittels Druckluft

[10]) „Mining and Metallurgy" Bd. 4 (1923) S. 181.
[11]) „Metall und Erz" Bd. 21 (1924) S. 541; s. a. Engg. Mining Journ. Press Bd. 116 (1923) S. 506.

Zahlentafel 2
Leistungen und Kosten beim Laden mit St. Joe-Ladern

Zeitraum	Arbeitsschichten	Geladene Mengen	Leistung je Schicht	Arbeitslohn	Ausbesserungen		Stromkosten	Gesamte unmittelbare Kosten	Lizenzen	Gesamtkosten
					Lohn	Werkstoff				
		t (907 kg)	t	c/t	c/t	c/t	c/t	c/t	c/t	c/t
mtjahresleistung	9113	1 091 486	—	—	—	—	—	—	—	—
ere Leistung Jahre	—	—	120	5,8	3,0	3,6	0,5	12,9	3,3	16,2
ar	856 5/8	115 654	135	5,4	2,4	3,6	0,5	11,9	5,6	17,5
iar	859 1/8	110 058	128	5,5	2,7	3,0	0,5	11,7	5,9	17,6
. . . .	958 2/8	124 210	130	5,5	2,2	3,1	0,5	11,3	5,3	16,6
. . . .	853 1/8	107 150	126	5,6	2,6	4,8	0,5	13,5	6,1	19,6
. . . .	838 1/8	105 700	126	5,7	2,5	3,4	0,5	12,1	6,2	18,3
. . . .	869 6/8	103 287	119	5,8	3,1	3,7	0,6	13,2	6,3	19,5
. . . .	877 3/8	107 114	122	5,8	2,4	2,7	0,5	11,4	6,1	17,5
st	881 7/8	115 303	131	5,5	2,6	2,4	0,5	11,0	5,7	16,7
mber	865 2/8	115 852	134	5,4	2,4	2,2	0,5	10,5	5,7	16,2
ber	916 1/8	119 748	131	5,4	2,2	3,9	0,5	12,0	5,4	17,4

von 5 bis 6 at angetriebene Lademaschine besteht aus drei Hauptteilen: dem auf den Schienen verlagerten Unterteil mit Klemmvorrichtung zum Festhalten der gesamten Ladevorrichtung auf den Schienen und auf Kugeln gelagerter Drehscheibe, die durch einen kleinen, vierzylindrigen Motor bewegt wird, dem schwingenden Arbeitzylinder zur Bewegung des Schaufelarmes und der um eine wagerechte Achse drehbaren Schaufel.

Der Druckluftbedarf beträgt rd. 3,8 m^3/min. Die Leistungen haben beim Vortrieb einer Strecke von $2{,}0 \times 2{,}4\ m^2$ Querschnitt rd. 23 t/h betragen[12]).

Eine den gewöhnlichen Löffelbaggern ähnliche Bauart ist die Hoar-Schaufel, Abb. 6 und 7, der Allis-Chalmers Manufacturing Co., Milwaukee. Zur Füllung, zum Heben und Herumschwenken des Löffels mit einem Fassungsvermögen von 0,13 bis 0,17 m^3 dienen drei mit Druckluft von 5,6 bis 7 at angetriebene Motoren. Der Luftbedarf beträgt 7 bis 8,5 m^3/min angesaugte Luft bei einer Leistung von 100 bis 200 t in einer 10 h-Schicht. Für das Vorstoßen des Löffels ins Haufwerk sind 5,25 kW notwendig, für das Heben des Löffels ebenfalls 5,25 kW und für das Drehen 3,5 kW. Der Löffel wird nach dem Einschwingen über dem Wagen, wie bei dem gewöhnlichen Löffelbagger, durch Herunterlassen der Bodenklappe entleert. Der Bagger wird von zwei Mann bedient, von denen der eine mit Aufräumungsarbeiten und Gleisausbesserungen beschäftigt wird. An verschiedenen Stellen mit der Hoar-Schaufel durchgeführte Zeitstudien haben ergeben, daß die Schaufel nur während eines Drittels ihrer Betriebzeit zum Laden ausgenutzt wurde. Zum Erreichen größerer Leistungen ist also auch hier wieder eine gute Wagengestellung unbedingt erforderlich. Sie läßt sich leicht bei doppelgleisigen Strecken durchführen, bei denen jeweilig ein Wagen geladen und in der Zwischenzeit auf dem zweiten Gleis der volle gegen einen Leerwagen ausgetauscht werden kann. Die Maschine wird in zwei Größen gebaut, Abb. 6 und 7; das Gesamtgewicht der Maschine beträgt 2860 und 3765 kg.

Die Goodman-Schaufel, Abb. 8, hat man mit einer sehr bemerkenswerten Schaufelentleerung ausgerüstet, die den Vorteil hat, daß die Höhe zwischen Hangendem und Wagenoberkante voll ausgenutzt werden kann. Die Schaufel arbeitet auf Raupenketten und ist somit von den Grubengleisen unabhängig. Durch einen Stempel, der mit 85 at Wasserdruck an das Hangende gedrückt wird, hält man die Lademaschine an ihrem Arbeitsplatz fest. Mit der Schaufel kann man vier Hauptbewegungen ausführen: das Vor- oder Rückwärtsstoßen der Schaufel, Heben und Senken der Schaufel, Herumschwen-

[12]) Engg. Mining Journ. Bd. 123 (1927) S. 370.

Abb. 5
Butler-Schaufel

a Gesamthöhe . . . . 1,97 bis 2,4[illegible]
b Schaufelhöhe beim Entleeren . . . . 1,07 „ 1,5[illegible]
c Schüttweite . . . . 2,0[illegible]
d Grabweite . . . . 3,5[illegible]
e Stoßweite . . . . 2,1[illegible]
f Mindesthöhe beim Drehen . . . . 1,9[illegible]
g Drehhalbmesser mit Schaufel 255 mm über S.-O. . . 1,3[illegible]
h Mindestlänge . . . . 1,3[illegible]
i Förderwagenhöhe . . . . 1,5[illegible]
k Drehhalbmesser bei gehobener Schaufel . . . . . . 0,8[illegible]
l Entfernung zwischen Wagenoberkante und Hangendem 0,9[illegible]
Mindestbreite (ohne Sitz für Bedienungsmann) . . . . 0,8[illegible]

*) abhängig von Förderwagenhöhe.

ken der Schaufel um den Haltestempel und das Auss[illegible] des Haufwerks von der Schaufel. Die Schaufel en[illegible] man über dem Förderwagen mit Hilfe einer an der S[illegible] felrückwand befindlichen Ausstoßplatte, die das [illegible] ladene Haufwerk von der Schaufel herunterschiebt.

Das für die einzelnen Bewegungen notwe[illegible] Druckwasser wird mittels einer von einem Elektro[illegible] (12 kW) angetriebenen Druckwasserpumpe erzeugt[illegible] Schaufelinhalt beträgt rund 0,5 t, der Vorrat an D[illegible] wasser 155 l. Die Mindestarbeitshöhe beträgt 1,8 m[illegible] Schaufel ist imstande, durch einen Sprengschu[illegible] lockerte, jedoch nicht hereingekommene Kohle zu [illegible] Hierdurch wird ein größerer Stückkohlenanfall z[illegible] reichen sein. Zum sicheren Schutz des Bedienungsm[illegible] gegen Stein- und Kohlenfall aus dem Hangenden ha[illegible] ein in der Höhe verstellbares, über dem Führersitz [illegible] brachtes Dach aus verzinktem Wellblech eingeba[illegible]

Die Lademaschine hat sich im Salz- und Kohle[illegible] bau, besonders auch beim Vortrieb von Tunneln g[illegible] währt. In einem wagerecht gelagerten Steinkohle[illegible] mit einer Mindestmächtigkeit von 1,75 m leistet die [illegible] man-Schaufel — und zwar nur während der Nachtsc[illegible]

[13]) „Coal Age" Bd. 31 (1927) S. 643.

Abb. 6 und 7. Hoar-Schaufel

Bauart	Schaufelinhalt m^3	Streckenhöhe m	*a* m	*b* m	*c* m	*d* m	*e* m	*f* m
H	0,13	2,15	1,16	0,93	2,09	2,29	1,27	2,03
H	0,17	2,30	1 31	0,93	2,24	2,39	1,27	2,13
S H	0,13	2,45	2,03	1,02	3,05	2,41	1,63	2,36
S H	0,17	2,60	2,03	1,02	3,05	2,49	1,63	2,46

n man über genügend Wagen igen kann — in 7,3 bis 7,9 m en und 90 m langen Abbauhen, in einer Schicht rd. 217 t.

Die Maschinenfabrik kau, Magdeburg, hat für die chinelle Verladung, besonders den Kalibergbau unter Tage, n kleinen Eimerbagger ickelt, der sich auf der Geschaft Wefensleben[14]) sehr gut ährt hat. Eine verbesserte Ausungsform des Baggers, Abb. 9 12, ist für Arbeiten in schma- Firstenbauen bestimmt und kt aus diesem Grunde auch kurze gekrümmte Gleis selbst . Der Bagger stützt sich zu sem Zweck mit seiner Eimererspitze auf baggerseitig aufängten Böcken ab. Die Flaschene des Leiterwindwerkes werden sodann von der ter abgehängt und am Baggergerüst befestigt. Hier- wird an den beiden zweiachsigen Drehgestellen ch Schlingketten das in einer Krümmung liegende gergleis mit daran befindlichem Grubenwagengleis den Bagger gekuppelt. Beim Anziehen des Leiterwindkes hebt sich nunmehr der Bagger mit den Drehtellen und dem hieran befestigten Gleise vom Boden Das Gesamtgewicht des Gerätes stützt sich sodann mit der Spitze der Eimerleiter auf die beiden Böcke und hinten auf das zweirädrige Einschienenfahrgestell ab.

Wenn nunmehr die Eimerleiter einschließlich ihrer oberen Antriebturasverlagerung mit Hilfe eines hierfür eingebauten Windwerks wieder eingefahren wird, bewegt sich das Baggergerät mit dem angehängten Gleisbogen nach vorn, also auf das abzubaggernde Haufwerk zu. Der zwischen dem Grubenzufahrtsgleis und dem Baggergleisbogen entstehende Zwischenraum muß durch Einfügung entsprechend langer Schienenstücke wieder geschlossen werden.

[14] Ztschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen Bd. 69 (1921) S. 217.

Abb. 8
Goodman-Schaufel

Abb. 9 und 10
Eimerbagger der Maschinenfabrik Buckau

Abb. 11
Anordnung von Bagger- und Grubenwagengleis

Abb. 12
Eimerbagger der Maschinenfabrik Buckau im Kalibergbau

Die Baggerung am Haufwerk kann sodann wieder beginnen und durch allmähliches Ausfahren der Eimerleiter auf rd. 1,5 m wagerechte Länge abgebaggert werden, worauf man wiederum das Gleis nachrücken muß.

Der Bagger wird von einem 22,5 kW-Antriebmotor bei 750 Uml./min angetrieben. Die Eimer fassen je 100 l. Die vierfach geschakte Eimerkette führt 30 Eimerschüttungen in 1 min aus, woraus sich eine theoretische Leistung von rd. 180 m³/h ergibt. Bei einer Eimerfüllung von 80 vH und 20 vH Stillstandpausen durch Wagenwechsel beträgt die praktische Leistung rd. 115 m³/h. Zur Verhinderung von schwerwiegenden Beschädigungen der schnell umlaufenden Antriebteile ist am Eimerkettenantrieb eine Sicherheits-Lamellenrutschkupplung eingebaut, die beim Auftreffen eines Baggereimers auf einen unter dem Haufwerk versteckt liegenden größeren Block sofort gleitet. Durch Ausrücken der Kupplung vom Führerstand aus können die übrigen Bewegungen, wie Fahren des Gesamtgeräts, Heben und Senken oder Aus- und Einfahren der Eimerleiter mit Antriebachse ohne Mitlauf der Eimerkette durchgeführt werden.

Kratzerlader in Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Bei der zweiten Gruppe von Lademaschinen ist zwischen der Aufnehmevorrichtung für das hereingeschossene Haufwerk von der Sohle und dem Förderwagen eine maschinelle Fördereinrichtung in Form von Kastenförderbändern eingeschaltet. Die von den verschiedenen Firmen hergestellten Lademaschinen dieser Gruppe werden elektrisch angetrieben und unterscheiden sich in der Hauptsache nur durch die Ausbildung der Aufnehmevorrichtung. Sie bestehen aus folgenden drei Hauptteilen: dem auf Raupenketten oder Rädern verlagerten Unterteil, das die Antriebmotoren und Anlasser — wenn erforderlich, in schlagwettersicherer Kapselung — trägt, der Aufnehmevorrichtung und dem schwenkbaren Förderband zum Austrag des Haufwerks in die Förderwagen. Die schwenkbaren Förderbänder bieten den Vorteil, daß man mit der Lademaschine auch seitlich arbeiten und damit einen fortlaufenden Wagenumlauf durchführen und die Lademaschine voll ausnützen kann.

Die größte Verbreitung hat im amerikanischen Steinkohlenbergbau bisher der Joy-Lader gefunden, Abb. 13. Die Aufnehmevorrichtung besteht aus zwei Greiferarmen, deren Mittelpunkte auf Kurbelschleifen mit 36 Uml./min umlaufen, während das eine Ende in Führungsringen geführt wird. Das andere Ende der Greiferarme stößt daher vorwärts in das Haufwerk hinein, zieht es an den Lader heran und auf ein 540 mm breites, ansteigendes Förderband, das das Fördergut dem schwenkbaren Austragband von 450 mm Breite übergibt. Beide Greiferarme arbeiten abwechselnd so, daß der eine Arm gerade zum Greifen ausholt, während der andere die Kohle auf das ansteigende Förderband führt.

Die sich auf Raupenketten bewegende Lademaschine ist 1,20 m hoch und 7,4 m lang. Sie wird durch einen einzigen Motor von 19 kW mit 1150 Uml./min angetrieben, dessen eines Ende die Aufnehmevorrichtung und das Schrägband bedient, während das Kommutatorende das Austragband, die Raupenketten und eine Druckwasserpumpe antreibt. Mittels der Pumpe hebt und senkt schwenkt man die Förderbänder und betätigt die bungskupplung zur Vor- und Rückwärtsbewegung Raupenketten. Der Joy-Lader ladet in 1 bis 2 min 3 t-Wagen[15]).

Die Lademaschine kann nur dann voll ausgenutzt den, wenn die Strecken so angelegt sind, daß eine lichst große Zahl von leeren Wagen in der Nähe Lademaschine aufgestellt werden kann[16]). Auf der A Grube, Wyoming, wendet man den Joy-Lader im richtungs- und im Abbaubetrieb an. Als mittlere Sc leistung werden beim Verladen der Kohle in 3 t-W beim Laden im Abbau 196,15 t und beim Laden vo 160,8 t angegeben[17]).

Bei dem Shanaberger-Lader[18]) treten Stelle der zwei Greiferarme des Joy-Laders eine von Armen, die mittels Scharnieren an zwei end Ketten befestigt sind, Abb. 14. Die Arme schieben mit der Kohle auf der Gleitfläche der Maschine hoc sie das Austragende erreichen, an dem sie durch rungsschienen auf ungefähr 75° hochgehoben we Hierdurch wird die Kohle reibungslos an das 50 breite Förderband des Mittelteils der Lademaschin gegeben, das mit einer Geschwindigkeit von 0, umläuft. Das anschließende, nach beiden Seiten u 90° schwenkbare, 3,65 m lange Förderband wird einem 2,25 kW-Motor mit rd. 1 m/s Geschwindigkeit getrieben. Der Lader eignet sich für Flöze von meh 0,9 m Mächtigkeit, wobei zwischen dem schwenk Förderband und dem Hangenden noch 25 cm Zwis raum bleiben. Die Lademaschine hat eine theoret Leistung von 2,5 t/min.

In noch größerem Maße wird bei dem Colo Lader der Coloder Co., Columbus, Ohio, der Lad gang durch Greiferarme bewerkstelligt, so daß hie schräge Bandförderer vollkommen wegfallen kann. Ladearme sind bei diesem Lader in der Ausführun Bauart F an einer end Kette angebracht und habe den Enden je zwei auswe bare Schneidzähne, Abb. 15. Umlaufrichtung der Kett umkehrbar, so daß also d beiden Seiten der Maschin gende Haufwerk in gle Weise aufgeladen werden

Durch Hin- und Herschl ken des Vorderteils der samt 8,85 m langen maschine, die während de beit durch das Hochheben

Abb. 14
Greifervorrichtung des Shanaberger-Laders

Abb. 13
Joy-Lader

[15]) „Mining and Metallurgy" (1926) S. 287.
[16]) „Coal Age" Bd. 25 (1924) S.
[17]) „Coal Age" Bd. 29 (1926) S.
[18]) „Coal Age" Bd. 30 (1926) S.

Abb. 16
Coloder-Lader, Bauart H

Abb. 18
Entenschnabel der Firma Eickhoff, Bochum

...estells fest auf der Sohle aufliegt, werden die Koh-
...gefördert. Das Hin- und Herschwenken des Vorder-
... der Lademaschine wird durch zwei gegen das Hang-
... abgestempelte Schwenkketten erreicht, an denen sich
...Vorderteil nach links oder rechts heranzieht. Die auf
...Sohle aufliegende Nase der Maschine nimmt selbst bei
...enem Liegenden die Kohlen gut auf. Die Maschine,
... in Flözen über 1,5 m Mächtigkeit angewendet werden
..., hat eine Leistungsfähigkeit von 300 bis 600 t Kohle
...er 8 h-Schicht. Aus den verschiedenen Angaben im
...ifttum ist zu ersehen, daß bei der Verwendung des
...der-Laders etwa 50 vH der Kosten gegenüber der
...lfüllarbeit gespart werden[19]).

Der neue Coloder-Lader, Bauart H, Abb. 16, hat an
... der Ladearme der Bauart F eine dreifache Kratzer-
...[20]). Die Lademaschine steht auf dem Grubengleis;
... kann ohne Gleisverschiebung Strecken bis zu 5,5 m
...e bestreichen. Im Abbau kann der 7,2 t wiegende,
...risch angetriebene Lader bei einer Mindestflözhöhe
... 1,35 m verwendet werden.

[19]) „Fördertechnik und Frachtverkehr" Bd. 15 (1922) S. 49.
[20]) „Coal Age" Bd. 31 (1927) S. 773.

Abb. 17
Wirkungsweise des Entenschnabels
...Anfangstellung, Entenschnabel ganz eingezogen, um 4,5 m aus-...hbar *b* Exzenter fest, Stellung bei Vorrat an erreichbarem ...em Haufwerk *c* Exzenter los, Vorschubrinne kann aus-...ren *d* Vorschubrinne *e* Führungsrinne *f* Schwenkrinne *g* Anschlußrinne *h* Normaler Rutschenstoß

Abb. 15
Coloder-Lader, Bauart F

Bei dem Sullivan-Lader tritt an die Stelle einer Kette mit einer größeren Zahl von Greiferarmen eine wagerechte, mit einer Anzahl Greiferzähnen versehene umlaufende Stange[21]), die durch zwei Arme herauf- und heruntergeklappt werden kann und hierbei das Haufwerk auf ein schräg ansteigendes Förderband heraufschiebt.

Schaufellader in Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Die in Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern arbeitende Lademaschine von Schmidt, Kranz & Co., Nordhausen, beruht auch auf dem Grundsatz, das Fördergut an sich heranzuziehen und auf einer schiefen Ebene in einen Austragtrichter zu befördern. Da die Lademaschine besonders für grobstückiges Haufwerk, wie es im Kalibergbau vorkommt, gebaut ist, ist der Kratzer als schwerer Stahlrechen ausgebildet, der durch eine besondere Führung an einer Gelenkkette nicht allein in eine hin- und hergehende, sondern auch in eine auf- und niedergehende Bewegung versetzt wird. Der Arbeitsvorgang ist so ausgebildet, daß der Rechen am Anfang des Ladevorgangs hackenartig von oben nach unten in das Gut einschlägt, wobei er durch sein Eigengewicht herabfällt und je nach der Tiefenlage des Gutes mehr oder weniger eindringt. Außerdem ist der Rechen in gewissen Grenzen nachgiebig, so daß er sich die beste Angriffsfuge suchen kann. Die verhältnismäßig einfach und kräftig gebaute Maschine ist sowohl auf Schienen wie auf Raupen beweglich.

In sehr einfacher Weise hat die Firma Eickhoff, Bochum, mit dem Entenschnabel die Verladung der Kohle in die Schüttelrutsche gelöst. Der Entenschnabel mit einem Gesamtgewicht von 645 kg wird am Ende der Rutsche angebracht und gräbt sich, durch die Rutschenbewegung angetrieben, mit seinem schaufelförmigen Ausleger in das Haufwerk hinein, das durch die Schüttelbewegung der Rutsche in diese hineingleitet.

Der Entenschnabel besteht aus drei Teilen, Abb. 17, dem an die Rutsche angesetzten Schwenkstoß, der Führungsrinne mit dem Vorschubratschengetriebe und der Vorschubrinne mit dem Schaufelende. Die Vorschubrinne liegt beim Beginn der Arbeit bis an die Schaufel zurückgezogen in der Führungsrinne. Durch Umlegen des Ratschenbügels nach der Schnabelseite hin klemmen die exzentrisch geformten Gehäusewände die Ränder der Vorschubrinne und der Führungsrinne fest zusammen, so daß der Entenschnabel mit der Rutsche ein festes Ganzes bildet und sich mit der Rutsche zusammen bewegt. Durch Einlegen der der Schnabelseite abgewandten Sperrklinke und Hochheben des Ratschenbügels schiebt sich die Vorschubrinne vor, Abb. 18. Durch Niederdrücken des Ratschenbügels wird der Schnabel wieder fest mit der Rutsche verbunden und arbeitet weiter. Der Führungsstoß ist drehbar angebracht und kann nach beiden Seiten über einen Bogen von 60° schwingen. Man kann mit der

[21]) „Iron and Coal Trades Review" Bd. 113 (1926) S. 423.

Abb. 19
Myers Whaley-Lader

Bauart	Gewicht	Spurweite	Länge	Gesamtbreite	Maschinenhöhe	mind. Arbeitshöhe	insges. Reichweite	Schaufelbreite	Kraftbedarf	Motor	Leistung
	kg	mm	m	m	m	m	m	mm	kW	kW	m^3/min
Nr. 4	8400	mind. 460	6,7 bis 7,9	1,63	1,45	1,80	6,10	860	9	15	1,275
„ 3	6100	„	7,0	1,30	1,30	1,55	5,20	840	7,5	12	1,0
Spez. Nr. 3	6100	mind. 510	7,3	1,42	1,14	1,22	5,50	860	7,5	12	1,0

Schaufel eine Breite von 5 bis 9 m bestreichen. Der Entenschnabel war ursprünglich für den Streckenvortrieb hergestellt, hat sich aber auch im Strebbau in Verbindung mit Schrämmaschinen bewährt[22]).

Bei den im folgenden zu beschreibenden Lademaschinen verwendet man als Aufnehmevorrichtung für das hereingeschossene Haufwerk eine selbsttätige Schaufel, die jedoch nicht unmittelbar in den Förderwagen auslädt, sondern das Haufwerk gerade nur so weit hochhebt, daß es auf ein schräg ansteigendes Förderband gegeben werden kann.

Bei dem Lader von Myers Whaley, Abb. 19, hat man die das Haufwerk aufnehmende Schaufel zweiteilig ausgebildet. Der Vorderteil *a* der Schaufel, Abb. 20, ist durch die Achse *b* fest mit der um die Achse *c* umlaufenden Kurbel *d* verbunden. Die Schaufelspitze beschreibt hierbei den in Abb. 21 bis 24 angedeuteten Weg; das aufgeschaufelte Gut rutscht in den hinteren Schaufelteil *e* hinein, der mit der Kurbel *d* durch die Verbindungstange *g* und den Bolzen *f* starr verbunden ist. Bei der Drehung der Kurbel *d* wird der hintere Schaufelteil durch den Bolzen *f* in der Führungswelle *h* geführt. Bei der weiteren Drehung der Kurbel kippt schließlich durch das Eingreifen der Führungsbolzen *i* in die obere Führungsrinne *k* der hintere Schaufelteil hoch und entleert seinen Inhalt auf das ansteigende Förderband *l*. Der Stoß des bei der weiteren Drehung der Kurbel *d* frei zurückfallenden hinteren Schaufelteils wird durch die gefederte Platte *m* aufgenommen.

Die Schaufel hat eine Hubkraft von 680 kg, eine Stoßkraft von 1650 kg und läuft durchschnittlich mit 13 Füllungen in 1 min um. Der Lader kann mit den

[22]) „Miring Congress Journal" Bd. 12 (1926) S. 427.

Abb. 20
Myers Whaley-Schaufel

a Schaufelvorderteil mit Greifzähnen
b Drehachse für Schaufelvorderteil
c Hauptachse
d Kurbelstange
e Schaufelhinterteil
f unterer Führungsbolzen
g Verbindungstange
h untere Führungsrinne
i oberer Führungsbolzen
k obere Führungsrinne
l Förderband
m gefederte Stoßplatte

Schaufelenden um je 45°
beiden Seiten schwenken, s
eine Breite von 5 bis 6 m
Bewegung der ganzen Mas
bestrichen werden kann.
geschaufelte Haufwerk wir
mittelbar hinter der Mas
in den Förderwagen abgew
oder kann durch Verschwe
des Austragbandes bis zu j
nach der Seite auf eine E
nung von 1,85 m von Gleis
abgeworfen werden. Die
schine wird in drei Größer
gestellt, Abb. 19. Der Kra
brauch beträgt etwa 0,22 k
geschaufeltes Haufwerk.

Sämtliche Bewegungen,
die Fortbewegung des g
Laders zu einem anderen
beitsort, werden von einem
zigen Motor ausgeführt. Be
Aufwältigung und Eineb
von Hauptförderstrecken
den mit dem Myers Whaley
der Förderwagen mit 5 t Fassungsvermögen im Mitt
5 min verladen und hiermit gegenüber der Handarbeit
siebenfache Mehrleistung erreicht[23]).

Ähnlich wie die Myers Whaley-Lader sind
Schaufellademaschinen der Maschin
fabrik Buckau[24]), die Lademaschine der Hano
Hannover-Linden, und die Lademaschine der F
Bamag-Meguin, Berlin, gebaut. Letztere steht
einiger Zeit auf den Gruben der Gewerkschaft Deu
land, Oelsnitz im Erzgebirge, im Dauerbetrieb[25]) und
beim Laden im Querschlagbetrieb eine mittlere Lei
von 20 m^3/h grob- und feinstückigen Gutes ergeben.

Bei der Lademaschine der Hanomag, Hann
Abb. 25 bis 27, verwendet man an Stelle des eis
Förderbandes des Myers Whaley-Laders Bänder aus
Stahlstäben bewehrtem Paragummi. Die Lademas
ist mit einem Motor von 18 kW ausgerüstet; die Scha
macht 10 bis 12 Hübe in 1 min bei einem Schaufelin
von 100 l. Die einschließlich elektrischer Ausrüs
und Ballast rd. 10 t wiegende Maschine fährt auf e
Eisenbahngleis von 1150 mm Spurweite bei 11
Schienenhöhe. Zur Überwindung von Steigungen kön
die hinteren Laufräder der Maschine als Zahnräder
gebildet werden und in mit den Schienen fest ver
dene Zahnstangen eingreifen. Den Lader befördert
von einem Arbeitsort zum andern durch vier Hilfs
räder, mit denen man das normale Grubengleis
1,2 km/h Geschwindigkeit befahren kann. Die
größe II der Hanomag-Lademaschine, Abb. 25 bis 27,
mit einer Leistung von 30 bis 60 m^3/h in der Haupt
zum Leerfördern von Kalifirsten verwendet, währen
kleinere Bauart I mit 1,32 m Höhe, 7,35 m Länge u
bis 36 m^3/h Leistung auch für beschränktere Raumve
nisse (Streckenauffahren) geeignet ist.

Vereinigte Gewinnungs- und Lademaschinen

Die große Leistungsfähigkeit der verschiedenen
maschinen-Bauarten bedingt für eine wirtschaftliche
nutzung einen großen Vorrat hereingeschossenen
werks. Für die richtige Vorbereitung des Arbeit
für das maschinelle Laden hat sich beim Arbeiten i
Kohle das Schrämen von senkrechten Schlitzen vor
Hereinschießen mittels der Schlitzmaschine (she
machine) als wichtige Hilfe erwiesen[26]). Hierdurch
man die Leistung der Lademaschinen bei gleichem Sp
stoffverbrauch um 10 vH erhöhen[27]) und die Koste
Ausbesserung der Lader verringern. Bei kleineren
bauörtern und im Vorrichtungsbetrieb wird man da
die Lademaschine vor einem Ort nicht voll ausn

[23]) „Coal Age" Bd. 29 (1926) S. 355.
[24]) „Braunkohle" Bd. 25 (1926) S. 861.
[25]) „Glückauf" Bd. 62 (1926) S. 1515.
[26]) „Modern mining" Bd. 4 (1927) S. 72.
[27]) „Coal Age" Bd. 31 (1927) S. 763.

Abb. 21 bis 24
Ladevorgang bei der Myers Whaley-Schaufel

...örten, man muß sie daher mehrmals in der Schicht an ...re Örter fahren. Um diese Zeitverluste nach Mög... ...eit zu vermeiden, ist man bestrebt, die Lademaschine ... als Gewinnungsmaschine auszubilden, die nach dem V...laden des losen Haufwerks sofort mit dem Schrämen ...ennt. Als Hauptvertreter dieser vereinigten Ge...winnungs- und Lademaschinen seien der Jeffrey-Lader (Shortwaloader), die Schräm- und Lademaschine von O'Toole und die Lademaschine von McKinlay genannt.

Der Jeffrey Shortwaloader ist mit drei über...einander liegenden Schrämketten ausgerüstet, die am Kopf... der Maschine in wagerechter Richtung angebracht sind ... seitwärts an die Maschine herangeklappt werden ...nen. Im Gegensatz zum O'Toole-Lader wird das Schrämen und Laden nicht gleichzeitig, sondern hinterein...ander ausgeführt. Beim Schrämen tritt nur der untere ...ämarm in Tätigkeit, während die beiden anderen Arme ...klappt werden. Gleichzeitig werden die Schußlöcher ...hrt und besetzt, so daß bei Beendigung des Schrämens der Kohle sofort geschossen werden kann. Für die Ladearbeit werden die oberen Schrämarme über die unteren in Stellung gebracht und gleichzeitig mit dem Förderband in Tätigkeit gesetzt, Abb. 28. Alle drei Schrämarme ziehen nun die Kohle auf das ansteigende Schrägband. Bei gut gehender Kohle schneiden sich die drei Arme, ohne daß geschossen zu werden braucht, gleichzeitig in die Kohle ein, reißen sie los und führen sie dem Förderband zu. Die Maschine eignet sich besonders für das Verladen bei Rutschenbetrieb und bei Förderbändern im Strebbau. Der Lader ist 900 mm hoch, 3 m lang und hat ein 3,5 m langes Förderband. Die Schrämtiefe beträgt 1,8 m.

Den Ladebetrieb kann man mittels des O'Toole-Laders[28]) noch weiter vereinfachen. Eine etwa 15 m lange Schrämkette unterschrämt die Kohle, die durch die wirksame Ausnutzung des Hangenddruckes ohne Schießen hereinkommt[29]) und auf das parallel zur Schrämkette laufende

[28]) Z. Bd. 70 (1926) S. 608.
[29]) „Colliery Guardian" Bd. 132 (1926) S. 567.

Abb. 25 bis 27
Lademaschine der Hanomag

Abb. 28
Jeffrey-Lader (Shortwaloader)

Förderband fällt. Der Lader wird in Richtung auf den Kohlenstoß durch gegen Druckwasserstempel gestützte Gewindestangen vorgetrieben.

Der von McKinlay entworfene Drehschaufel-Lader stellt eine Verbindung von Gewinnungs- und Lademaschine für das Streckenauffahren dar, Abb. 29. Der Ortstoß wird durch sich drehende Arme hereingewonnen, die auf zwei über den Grundriß der Lademaschine nach vorn hinausragende Wellen aufgesetzt sind. Auf den Armen sitzen mit Zähnen aus hochwertigem Stahl besetzte Querstücke in Zwischenräumen von 12 bis 25 cm. Bei der Drehung der Arme werden in die Kohle zwei sich teilweise überdeckende Zylinder eingeschnitten. Die zwischen den Zylindern stehenbleibenden Sektoren werden von einer wagerecht arbeitenden Schneidkette weggeschrämt. Die auf den Armen sitzenden Zähne schrämen nur in ihrer eigenen Spur. Quer zu den Armen angebrachte und sich mitdrehende Keilräder brechen die Kohle in großen Stücken heraus, die auf ein schnell laufendes Förderband auffallen.

Der Vortrieb der Lademaschine kann je nach der Härte der Kohle durch eine mittels Elektromotor angetriebene Öldruckpumpe geregelt werden und beträgt zwischen 7 und 15 cm/min[30]). Neben der großen Leistung und den geringen Kosten gegenüber dem Auffahren von Hand ist die weitgehende Schonung des Hangenden durch die Vermeidung des Schießens von Vorteil.

Die Untersuchungen des Carnegie-Instituts, Pittsburgh[31]), haben ergeben, daß die unmittelbaren Ersparnisse durch das maschinelle Laden keineswegs ein Wertmesser für das mechanische Laden an sich sind. Der Hauptvorteil des mechanischen Ladens gegenüber Verladung von Hand liegt vielmehr in der Zusammenfassung des Abbaues, die durch die schnelle Leerförderung der einzelnen Arbeitsorte bedingt ist. Eine weitgehende Verminderung der Abbaukosten — die Gesamtkosten haben sich in einigen nordamerikanischen Steinkohlengruben, die sich vollkommen auf Lademaschinenbetrieb umgestellt haben, um 30 bis 50 vH

[30]) „Coal Age" Bd. 29 (1926) S. 667.
[31]) Mechanical loading for the coal mines of the Pittsburgh district, „Bulletin" 28 (1926) S. 73.

Abb. 29
Drehschaufel-Lader von Mc Kinlay

vermindern lassen[32]) — wird dadurch erreicht, daß fü[r eine] bestimmte Tagesförderung eine bedeutend kleinere Vo[rrich]tung und wenige Abbauörter notwendig sind.

Die Förderkosten werden verringert, da die Zub[ringer]lokomotiven für eine geringere Zahl von Arbeitsorten [mehr] Wagen als bisher in der Schicht fördern können. W[ichtig] ist zur vollen Ausnutzung der Ladefähigkeit der [Lade]maschinen neben einer laufenden eingehenden Überwac[hung] in unter Tage angelegten Werkstätten[33]) ein gut [und] schnell durchgeführter Wagenumlauf, dem auch das A[bbau]verfahren anzupassen ist[34]). Durch den schnellen Ve[rhieb] werden die Druckwirkungen sich nicht so stark bemer[kbar] machen und dadurch kann auch ein leichterer Ausba[u ge]wählt werden. Alles in allem ergibt sich also eine e[rheb]liche Ersparnis an Stoffen, Arbeit, Wetterführung, [Über]wachung usw. Die bisherigen Erfahrungen mit [Lade]maschinen im amerikanischen Steinkohlenbergbau [und] ihre schnelle Einführung — im Jahre 1926 sind bereits 10 000 000 t Kohlen mittels Lademaschinen [ge]wonnen worden — beweisen, daß die maschinenm[äßige] Ladearbeit sich auch unter verhältnismäßig schle[chten] Hangendbedingungen erfolgreich anwenden läßt[35]).

Die vorstehenden Ausführungen über die masch[inen]mäßige Ladearbeit unter Tage zeigen die große Leist[ungs]fähigkeit der Lademaschinen und geben auch einige [Bei]spiele von den Ersparnissen, die sich durch ihre [Ein]führung bei richtig durchgeführter Betriebsorganisatio[n er]reichen lassen. Die Ersparnisse spiegeln sich auc[h in] den hohen Schichtleistungen wieder, die für den [nord]amerikanischen Steinkohlenbergbau bei Anwendung [von] Lademaschinen im Mittel zu 17 bis 40 t auf den [Mann] der Untertagebelegschaft angegeben werden[35a]). Han[d in] Hand mit einer Einführung von Lademaschinen [ist] daher zur möglichsten Ausnutzung ihrer Leistungsf[ähig]keit eine weitgehende Änderung des Vorrichtungs- [und] Abbaubetriebes und vor allem auch des Förderbetr[iebes] durchzuführen sein[36]). Es ist daher mit Recht beha[uptet] worden, daß beim mechanischen Laden nur 10 vH [des] Erfolges auf der eigentlichen maschinenmäßigen Lade[arbeit] und 90 vH auf richtiger Betriebsorganisation beruh[en].

Die Aufgabe der maschinenmäßigen Verladung [ist] genau gleich mit der Anwendung schwerer Maschin[en in] der weiterverarbeitenden Industrie, und zwar der A[r]... zu- und Abführung von den Maschinen[38]). Die Be[schäf]tigung hiermit brachte den Betriebsingenieur zu dem [Ver]fahren der wissenschaftlichen Betriebsführung. E[benso] läßt sich auch die Aufgabe der Mechanisierung im Be[rgbau] nicht durch bloßes Einstellen von Maschinen unter T[age] lösen. Auch hierbei müssen Zeit- und Förderstudi[en zu] der mikroskopischen Wiedergabe der einzelnen Arbei[ts]gänge führen und die Grundlage für eine planmäßig[e Be]triebführung geben. Nur so kann man die Lademas[chine] ähnlich wie die Schachtfördermaschine möglichst wä[hrend] der ganzen Schichtzeit ausnutzen. [B 5...]

[32]) „Mining and Metallurgy" Bd. 6 (1925) S. 190.
[33]) „Coal Age" Bd. 31 1927 S. 767. [34]) Desgl. S. 79. [35]) Desgl...
[35a]) „Mining and Metallurgy" Bd. 8 (1927) S. 219.
[36]) „Coal Age" Bd. 31 1927 S. 667. [37]) Desgl. S. 529. [38]) Desgl...
[38a]) „Coal Age" Bd. 32 (1927) S. 375.

Aufgaben und Ziele der Hochspannungselektrotechnik

Von Erwin Marx, Braunschweig

Vorgetragen im Braunschweiger Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure

ie dringendsten Forschungsaufgaben der Hochspannungstechnik werden erörtert. Die Aufgaben beziehen sich hauptsächlich auf ie kurzzeitigen Spannungsvorgänge bei Störungen. Die Lösung dieser Aufgaben soll die Betriebsicherheit elektrischer Anlagen höhen und ihre Baukosten vermindern. Die Notwendigkeit wird betont, Vorarbeiten für eine weitere Erhöhung der Betriebspannung zu leisten.

e Entwicklung von Hochspannungsanlagen ist so rasch vorwärts gegangen, daß nicht alle beim Bau auftretenden Fragen grundlegend geklärt werden n; man bemaß deshalb die Leitungen, Transforma- und Geräte zunächst nach wenigen praktischen Er- gen, so daß sie normalerweise den Anforderungen ielten. Mit gelegentlichen Störungen fand man b.

ı Laufe der Jahre ist die Betriebsicherheit durch Erfahrungen und wissenschaftliche Forschungen beträchtlich erhöht worden. Da aber die Leistungen g wachsen, muß man immer höhere Spannungen nden; auch die Stromstärken erreichen immer grö- Werte. Infolgedessen tauchen ständig neue Schwie- ten auf, und die Folgen einzelner Betriebstörungen ı mit der Vergrößerung der Anlagen für Strom- r und Strombezieher immer nachteiliger; die ısicherheit erhält immer mehr allgemeine wirt- iche Bedeutung. Hieraus ergibt sich die Notwen- , an der wissenschaftlichen Erforschung aller Fra- r Hochspannungstechnik so angestrengt wie mög- ı arbeiten.

ersuchungen über die elektrische Festigkeit bei verschiedenen Spannungsarten

egt man an zwei leitende Körper (Elektroden), en denen sich ein Isolierstoff befindet, eine Span- so wird bei einem gewissen Spannungswert der stoff elektrisch durchgeschlagen. Es fließt dann er einen Elektrode zur andern ein meist starker scher Strom; der Isolierstoff hat an der durch- agenen Stelle seine isolierende Eigenschaft ver- Man bezeichnet den Spannungswert, bei dem der schlag erfolgt, als Durchschlagspannung. Von chlag spricht man, wenn der elektrische Strom en den Elektroden entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes fließt. Die „Elektrische Festigkeits- behandelt nun die Frage, bei welcher Spannung elektrische Anordnung durchschlägt oder über- t, oder wie groß die elektrische Festigkeit einer n Anordnung ist.

ie Höhe der Durchschlagspannung eines zwischen Elektroden befindlichen Stoffes, eines Dielek- ıs, ist abhängig

on der Beschaffenheit und dem Zustand des Dielek- rikums,

on der Gestalt und dem Abstand der Elektroden,

on dem zeitlichen Verlauf der Spannung.

Elektrische D u r c h s c h l ä g e treten in Gasen, gkeiten und festen Körpern auf. Die Durchschlag- ige sind bei Gasen am meisten, jedoch bei weitem ıicht restlos geklärt. Man hat die weitgehend be- e Theorie aufgestellt, daß sich in allen Gasen elek- geladene Teilchen befinden, auf die eine Spannung ausübt. Die Teilchen erhalten dadurch eine Ge- digkeit, die um so größer ist, je höher die auf die ıeinheit bezogene Spannung (elektrische Feld-) wird. Die Geschwindigkeit dieser geladenen en kann so groß werden, daß sie Gasmoleküle beim l zertrümmern und infolgedessen immer neue sch geladene Teilchen schaffen. Diese neuen Teil- ıehmen ebenfalls an den Bewegungen teil, und lich entsteht ein so großer Strom geladener en von einer Elektrode zur andern, daß das Gas ch leitend wird, d. h. durchschlägt. Der Durch- zeigt sich in Form eines leuchtenden Stromes ge- : Teilchen als Lichtbogen. Nach dieser Theorie ist es verständlich, daß die Durchschlagspannung eines Gases von seiner Dichte abhängt. Eine einheitliche Anschauung darüber, wie man sich den Durchschlagvorgang bei flüssigen und festen Stoffen vorstellen kann, besteht noch nicht. Die Klärung dieser Frage wäre sehr wichtig.

2. Zwischen zwei Elektroden, zwischen denen eine Spannung herrscht, besteht ein elektrisches Feld. Die Richtung und Größe der Feldstärke ist gegeben durch die Kraft, die in dem Feld auf einen sehr kleinen Körper ausgeübt wird, der mit der Einheit der Elektrizitätsmenge geladen ist. In Abb. 1 und 2 sind einige Feldlinien eingezeichnet. Die Richtung der Feldlinien gibt in jedem Punkte die Richtung der elektrischen Feldstärke an, die Dichte der Feldlinien entspricht der Größe der Feldstärke. Abb. 1 und 2 zeigen, daß der Verlauf des Feldes von der Gestalt der Elektroden abhängt.

Durch Versuche fand man das wichtige Gesetz, daß die Durchschlagspannung bei gleichem Elektrodenabstand um so größer ist, je weniger sich die Feldstärke auf dem Wege von einer Elektrode zur andern ändert. Bei gegebenem Abstand ist also die Durchschlagspannung am größten, wenn die Feldstärke zwischen zwei Elektroden gleich bleibt (homogenes Feld). Dieser Fall kann zwischen zwei großen parallelen Platten eintreten. Die Anordnung Abb. 1 muß für die elektrische Festigkeit weit günstiger sein, als die Anordnung Abb. 2, weil bei Abb. 1 die Feldstärke in dem Gebiet, in dem der Elektrodenabstand klein ist, angenähert gleich bleibt, während bei Abb. 2 unmittelbar an den Spitzen eine viel größere Feldstärke herrscht als in der Mitte zwischen den Spitzen. Bei gleichbleibender Elektrodengestalt wächst die Durchschlagspannung mit wachsendem Elektrodenabstand, jedoch im allgemeinen nicht im gleichen Verhältnis.

3. Von großem Einfluß auf die Höhe der Durchschlagspannung ist der zeitliche Verlauf der Spannung Am meisten klargestellt sind die Vorgänge bei sinusförmiger Wechselspannung niedriger Frequenz, wie sie bei normalem Betrieb in Starkstromanlagen vorliegt, weil sich diese Spannungsart in ausreichend hohen Werten am einfachsten erzeugen und messen läßt. Im Betriebe treten aber Überschläge oder Durchschläge infolge von sinusförmiger Wechselspannung niedriger Frequenz kaum auf, sondern es sind meist Störungsvorgänge mit ganz anderem zeitlichen Spannungsverlaufe, die zu Durchschlägen und Überschlägen führen.

Als Beispiel für eine solche Störung seien die Vorgänge bei Gewittern betrachtet, die heute noch oft zu Betriebunterbrechungen Anlaß geben[1]). Bei einem Gewitter sei auf einer, über einer Hochspannungsleitung befindlichen Wolke eine bestimmte Elektrizitätsmenge angehäuft. Dadurch werden auch auf der Hochspannungsleitung elektrische Ladungen gebunden, die der Leitung eine Gleichspannung gegen Erde geben. Diese Gleichspannung beansprucht die Isolatoren und kann zu Durchschlägen führen. Wenn die Leitung gleichzeitig mit Wechselspannung gespeist wird, überlagert sich die durch das Gewitter hervorgerufene Gleichspannung dieser Wechselspannung. Sobald die Spannung zwischen Wolke und Erde so hoch geworden ist, daß die Durchschlagfestigkeit der Luft überschritten wird, tritt zwischen Wolke und Erde ein Durchschlag (Blitzschlag) ein. Durch diesen Blitzschlag werden die auf der Wolke und der Erde sich gegenseitig bindenden Ladungen ausgeglichen. Der Blitz trifft die Leitung erfahrungsgemäß

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1688.

Abb. 1
Kugelelektroden

Abb. 2
Spitzenelektroden

Abb. 3
Porzellanplatte zwisc
Spitzenelektroden

Abb. 4
Innenraum-Stützisolator

Abb. 5
Freileitungs-
Stützisolator

Abb. 6
Porzellan-
Durchführungsrohr

Abb. 1 bis 6
Anordnungen für Überschlagversuche mit Wechselspannung und mit Spannungsstößen

selten. Wenn er in einiger Entfernung von der Leitung zur Erde geht, werden durch den Ladungsausgleich die Gleichspannungsladungen auf der Leitung frei, sie laufen, wie Versuch und Rechnung zeigen, mit Lichtgeschwindigkeit als Wanderwelle auf der Leitung fort. Die Wanderwelle ergibt an allen Isolatoren, Apparaten, Transformatoren und Maschinen, die sie erreicht, eine plötzliche Spannungserhöhung, die man Spannungsstoß nennt. Die Wanderwelle kann auch zu periodischen Schwingungen von meist sehr hoher Frequenz führen, wenn sie elektrisch schwingungsfähige Gebilde anstößt. An sich sind alle Teile elektrischer Anlagen schwingungsfähig, es werden jedoch nicht in allen Fällen durch die Wanderwellen hochfrequente Schwingungen entstehen, da die Dämpfung der Schwingungskreise oft groß ist. Bei solchem Vorgang können also neben der Wechselspannung drei weitere Spannungsarten entstehen: Gleichspannung, Spannungsstöße, hochfrequente Schwingungen. Hierbei treten unter Umständen große Verschiedenheiten der elektrischen Festigkeit auf[2]).

[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 862; ETZ Bd. 46 (1925) S. 886; Hescho-Mitteilungen (Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H.) Heft 10 u. 17.

Abb. 7
Negative Gleitfunken auf einer Glasplatte

Zur Erklärung sollen die nachstehenden V dienen, die mit Wechselspannung und mit Spa stößen ausgeführt wurden. An die in Abb. 1 bis gestellten Anordnungen wird eine Wechselspann legt, die allmählich bis zum Überschlag gesteige Der Scheitelwert der Überschlagspannung wird g und in Zahlentafel 1 eingetragen. In der Spalte wird angegeben, welche Spannung bei dem Dur oder Überschlag der betreffenden Anordnung Mittel für jedes Zentimeter Elektrodenabstand zester Durchschlagweg in Luft) ergibt. Man Betrieb Anordnungen wählen, bei denen die Sp je Zentimeter hoch ist, damit man schon bei Abständen große Durchschlagspannungen und große Sicherheit erhält. Denn der große Platzbed hohe Preis der Anlagen für sehr hohe Spannun gibt sich in erster Linie dadurch, daß große A zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Erd sind.

Die Sicherheit gegen Überschlag ist bei den nungen, Abb. 1 bis 6 sehr verschieden. Die Abb. 1, sind günstig, da ein angenähert gleich Feld vorliegt. Die Spitzen, Abb. 2, sind ungünst bei ihnen ein starkes Feld an den Spitzen herrsc zeigt sich dadurch, daß an den Spitzen bereits b riger Spannung Vorentladungen auftreten. Bei d teren Versuchanordnungen, Abb. 3 bis 6, tritt m Überschlag entlang der Oberfläche von Porzellan den Fällen Abb. 3, 5 und 6 wird das Porzellan Überschlag auf Durchschlag hoch beansprucht Elektrodenabstand ist, durch den festen Körper h gemessen, viel kleiner als der Überschlagweg. D dem die Anordnungen in der Luft überschlag also der feste Körper eine weit höhere ele Durchschlagfestigkeit als die Luft.

Am ungünstigsten bezüglich der Überschlags ist, wie Zahlentafel 1 zeigt, die Anordnung Abb der auf 1 cm Überschlagweg im Mittel nur 2,1 k men. Auf dem Durchführungsrohr entstehen sch niedriger Spannung Gleitfunken, die die Ob des Rohres fächerartig überziehen, Abb. 7[3]). die Spannung, bei der die Gleitfunken entsteh reicht ist, genügt eine geringe weitere Spa erhöhung, um den Überschlag herbeizuführen. D funken wachsen rasch. Große Verlängerung des führungsrohres würde nur eine geringe Erhöhu

[3]) Vergl. Hescho-Mitteilungen Heft 21/22 S. 37 u. f.

hlagspannung mit sich bringen. Wir sehen
:, daß Anordnungen, bei denen frühzeitig Gleit-
auftreten, besonders ungünstig sind.
eitere Versuche wurden mit Spannungsstößen aus-
:, die dadurch entstanden, daß Kondensatoren mit
spannung aufgeladen wurden und die auf-
herte Elektrizitätsmenge durch eine Kugelfunken-
plötzlich in eine Leitung geschickt wurde[4]).
h liefen in die Leitung Wanderwellen hinein, wie
en bei der Besprechung der Gewitterstörungen
erwähnt wurden. Durch die Wanderwellen
Spannungsstöße in den Elektrodenanordnungen
bis 6 erzeugt. Die Spannungsstöße wurden allmäh-
steigert, bis der Überschlag eintrat. Der Scheitel-
es Spannungsstoßes, der eben zum Überschlag aus-
, wurde gemessen und in Zahlentafel 1 ein-
en.

Zahlentafel 1

…ung	Abb.	Elektrodenabstand cm	Scheitelwerte der Überschlagspannung: Wechselspannung kV	kV/cm	Spannungsstöße kV	kV/cm	Verhältnis Stoßspannung: Wechselspannung
…n . .	1	4,0	111	27,8	111	27,8	1,0[5])
…n . .	2	8,0	53	6,6	124	15,5	rd. 2,3
…lan-…e . .	3	8,7	33	3,8	51	5,9	„ 1,5
…aum-…iso-… . .	4	11,0	85	7,7	143	13,0	„ 1,7
…itung-…iso-… . .	5	9,3	83	8,9	137	14,7	„ 1,7
…füh-…srohr	6	60	124	2,1	122	2,0	„ 1,0

ie Überschlagspannung bei Spannungsstößen ist,
ahlentafel 1 zeigt, meist größer als bei Wechsel-
ing von 50 Per./s, bei der Spitzenfunkenstrecke
d. 2,3mal so groß wie bei Wechselspannung, weil
m Durchschlagen der Funkenstrecke eine gewisse
notwendig ist (Entladeverzug). Die Stoßspannung
t in außerordentlich kurzer Zeit und steigt deshalb
den Wert hinaus, der zum Überschlag genügen
, wenn die Funkenstrecke dauernd an Spannung
Auch bei den Isolatoren, Abb. 3, 4 und 5, sind aus
gleichen Gründen die Überschlagspannungen bei
ungsstößen höher als bei Wechselspannung. Die
schlagspannung von Isolatoren ist bei Spannungs-
ungefähr ebenso groß wie bei Wechselspannung;
solator wird durchgeschlagen, wenn die zum Über-
erforderliche Spannung höher ist als die Durch-
spannung. Da bei Spannungsstößen die Überschlag-
ung wesentlich erhöht wird, besteht die Gefahr,
ie die Durchschlagspannung übersteigt, daß also
in Durchschlag des Isolators eintritt als ein Über-
. Das findet man auch bei der Prüfung von
oren mit Spannungsstößen[6]) bestätigt, bei der viel
Isolatoren durchschlagen als bei Wechselspannung.
olatorendurchschläge sind im Betrieb viel unan-
mer als Überschläge; denn die Durchschläge zer-
die Isolatoren, so daß sie ausgewechselt werden
n, während nach dem Überschlag an einem Isolator
etrieb oft ohne weiteres fortgeführt werden kann.
ntersuchungen über die Vorgänge bei Spannungs-
sind sehr schwierig, weil sich diese in außerordent-
urzen Zeiten (Größenordnung 10^{-8} s) abspielen.
rscheinungen bei Spannungsstößen sind deshalb noch
geklärt. Die Höhe der Überschlagstoßspannungen
n dem zeitlichen Verlauf der Stöße abhängig. Mit
iedenen Anordnungen zur Erzeugung der Span-
stöße werden oft abweichende Werte gemessen. Erst
neuesten Zeit ist es durch den Kathodenoszillo-

Z. Bd. 70 (1926) S. 1187; ETZ Bd. 46 (1925) S. 1298; Hescho-Mittlg.
Die Scheitelwerte beider Spannungsarten sind mit einer Kugel-
trecke gemessen, deren Entladeverzug gleich null angenommen
deshalb ergibt sich hier das Verhältnis 1,0.
Z. Bd. 68 (1924) S. 862.

Abb. 8
Untersuchung einer Spule mit Spannungsstößen
a Spulenanfang *b* Spulenende

graphen[7]) möglich geworden, so kurzzeitige Vorgänge zu
beobachten und zu photographieren. Da außer Span-
nungsstößen auch Gleichspannung und Schwingungen
hoher Frequenz bei Störungen auftreten können, ist es
wichtig, daß die bisher bei Wechselspannung unter-
suchten Gesetze der elektrischen Festigkeit auch bei
diesen Spannungsarten erforscht werden.

Das Ziel dieser Untersuchungen ist einerseits, die
Betriebsicherheit der Hochspannungsanlagen durch
zweckmäßigen Bau aller Teile zu erhöhen und ander-
seits Bau- und Werkstoff und Platz bei dem Bau von Ge-
bäuden, Leitungen und Hochspannungsgeräten zu sparen.

Untersuchungen über den Verlauf von Störungen in Hochspannungsanlagen und Mittel zu ihrer Bekämpfung

Überspannungen in Hochspannungsanlagen führen
Überschläge zur Erde oder zwischen den Leitern,
Wicklungsdurchschläge in Transformatoren und Ma-
schinen usw. herbei. Durch die Überschläge treten meist
große Überströme auf, die schwere Folgen haben können,
wenn sie nicht rechtzeitig unterbrochen werden. Über
den Verlauf der Störungen ist wenig bekannt; denn sie
treten sehr kurzzeitig auf, weil die Spannungswellen sich
mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen. Meist sind in den
Anlagen nach den Störungen nur die Schäden (Licht-
bogenspuren, Schmelzstellen, Explosionen usw.) fest-
zustellen. Sehr wichtige Aufklärungen über den Stö-
rungsverlauf erhält man durch statistische Aufzeichnungen
über alle bei Störungen beobachteten Erscheinungen
unter genauer Beachtung der Betrieb- und Netzverhält-
nisse. Die in Deutschland gegründete „Studiengesell-
schaft für Höchstspannungsanlagen" hat sich um die
Aufstellung und Auswertung solcher Aufzeichnungen
große Verdienste erworben.

Die meßbare Ausbreitungsgeschwindigkeit der Elek-
trizität kann man durch folgenden Versuch nachweisen:
Auf die Versuchsanordnung nach Abb. 8 werden über
eine möglichst lange gerade Leitung Spannungsstöße
(Wanderwellen) übertragen. Die Leitung ist über einen
großen Wasserwiderstand geerdet, damit die Stoßspan-
nung sich nach dem Wanderwellenvorgang lang-
sam gegen Erde ausgleichen kann und die Lei-
tung keine Spannung gegen Erde behält. Die Wellen
laufen von der Kugelfunkenstrecke aus über die Leitung
zum Stützisolator 1 und durch die Windungen der Spule
über den Stützisolator 2 zum Leitungsende, an dem sie
zurückgeworfen werden. Bei langsamer Steigerung der
Spannungsstöße durch Vergrößerung der Schlagweite der
Kugelfunkenstrecke zeigen sich zunächst am Spulen-
anfang *a* und später am Spulenende *b* Überschläge von
einer Windung zur anderen. Dies ist ein Beweis, daß
zwischen zwei Punkten des Stromweges eine gewisse
Zeit lang ein Spannungsunterschied auftritt, daß also
die Wanderwellen die Leitung nicht unendlich rasch
durchlaufen. Stellt man sich die Versuchspule als Trans-
formatorwicklung vor, so zeigt der Versuch zugleich die
besondere Gefährdung der am Anfang und am Ende der
Wicklung liegenden Windungen durch Wanderwellen.
Die Überschläge zwischen den Windungen würden einen
Kurzschluß der Windungen herbeiführen und den Trans-
formator betriebsunfähig machen. Deshalb verstärkt man

[7]) Archiv f. Elektrotechnik Bd. 15 Heft 4.

Abb. 9
Überspannungschutz zwischen einer Drehstromleitung und Erde

bei Transformatoren die Windungsisolation am Anfang und oft auch am Ende der Wicklung.

Es gibt eine große Zahl von Schutzeinrichtungen gegen Überspannungswellen. Einige haben den Zweck, die steile Stirn der Wellen abzuflachen, so daß die Gefahr von Windungsdurchschlägen geringer wird; andre sollen die Höhe der Wanderwellen begrenzen und ihre elektrische Energie unschädlich machen.

Zur Abflachung von Wanderwellen werden oft Schutzdrosselspulen benutzt, die Stoßspannungen gegenüber einen hohen Widerstand zeigen und den Strom, der die elektrischen Ladungen befördert, verringern. Die Drosselspulen haben unzweifelhaft diese Schutzwirkung, sie können jedoch in gewissen Fällen Spannungserhöhungen zur Folge haben und nachteilig wirken, wie der folgende Versuch zeigt. Setzt man die Anordnung nach Abb. 8 allmählich immer höheren Spannungsstößen aus, so treten am Stützer 2, also hinter der Spule, Überschläge auf, während am Stützer 1 keine Überschläge beobachtet werden. Der Scheitelwert der Spannungsstöße ist demnach hinter der Spule höher als davor. Überbrückt man die Spule durch unmittelbare Verbindung der Punkte *a* und *b* und erzeugt wieder Spannungsstöße, so treten die meisten Überschläge am Stützer 1 auf.

Diese nachteiligen Folgen einer Drosselspule vermeidet man dadurch, daß man zu der Drosselspule einen Ohmschen Widerstand parallel schaltet.

Zur Begrenzung der Höhe der Wanderwellen werden meist Hörnerfunkenstrecken benutzt. Ihre Grundschaltung zum Schutze gegen Überspannungen zwischen einer Drehstromleitung und Erde zeigt Abb. 9. Wenn die Spannung eines Leiters gegen Erde zu hoch geworden ist, tritt ein Überschlag an der betreffenden Hörnerfunkenstrecke ein; dadurch wird der Leiter über den Widerstand und den Lichtbogen an der Hörnerfunkenstrecke mit der Erde verbunden; die elektrischen Ladungen, die die Überspannung hervorgerufen haben, werden zur Erde abgeleitet. Der Lichtbogen hat in der Luft einen starken Auftrieb; er wandert zwischen den Hörnern nach oben, wird länger und reißt ab. Die Widerstände vor den Hörnern sind notwendig, um den von einem Leiter zur Erde oder beim Überschlag von zwei Hörnern zwischen zwei Leitern fließenden Strom zu begrenzen.

Der Abstand zwischen zwei Hörnern wird so gewählt, daß bei Wechselspannung niedriger Frequenz ein Überschlag an den Hörnern erfolgt, ehe ein Isolator oder ein sonstiger Teil der Anlage überschlagen kann. Dadurch wird die Anlage gegen Überschläge infolge Erhöhung der Betriebswechselspannung geschützt; denn durch den Überschlag der Hörnerfunkenstrecke wird eine weitere Spannungserhöhung vermieden. Bei Spannungsstößen schützt dagegen die Hörnerfunkenstrecke nicht immer.

In der Schaltung, Abb. 10, wird zuerst durch Verbindung der Punkte 1 und 3 eine Wechselspannung an die über einen Widerstand angeschlossene Hörnerfunkenstrecke gelegt. Die Leitung führt von dem Punkt 3 außerdem zu einem Isolator. Steigert man die Wechselspannung allmählich, so erfolgt ein Überschlag an der Hörnerfunkenstrecke. Eine weitere Spannungsteigerung ist also nicht möglich. Der Lichtbogen an den Hörnern steigt auf, reißt ab und entsteht immer wieder, solange über den Transformator die hohe Spannung zugeführt wir Isolator treten weder Vorentladungen noch Über auf. Nun werden durch Umschaltung von 1—3 a Spannungsstöße auf die gleiche Versuchseinr gegeben. Bei immer höheren Stößen treten Über an dem Isolator auf. Die Hörnerfunkenstrecke nicht über. Das erklärt sich daraus, daß die Au der Funkenstrecke über den Widerstand auf d Überschlag notwendige Spannung eine gewiss braucht und der Spannungsstoß den Stützisolator vorher zum Überschlag gebracht hat. Die für W spannung richtig eingestellte Hörnerfunken schützt demnach beim Auftreten von Spannung nicht gegen Überschläge an anderen Stellen der Man macht im Betrieb den Widerstand vor der F strecke möglichst klein, erreicht aber trotzdem vollständigen Schutz gegen Wanderwellen.

Außer diesen beiden Schutzeinrichtungen gibt eine große Zahl andrer, die aber alle keinen v menen Schutz gewähren. Es fehlt bis jetzt ein digender Überspannungschutz.

Neben den Schutzeinrichtungen gegen Übersp gibt es sehr viele Anordnungen zum Schutz gegen Ü ströme, die den Zweck haben, die durch Übersp gen oder sonstige Störungen eingetretenen Kurzs in ihrer Wirkung zeitlich und örtlich zu begrenze diese vielfältigen und wichtigen Einrichtungen kan nicht näher eingegangen werden.

Oft werden Störungen durch unzweckmäßige A hervorgerufen; deshalb ist ganz besonderer Wert zu legen, daß beim Bau der Anlagen die Entste von Überspannungen und Überströmen durch ausrei Sicherheiten und durch sorgfältige Ausführung Teile vermieden wird. Das bietet weit besseren als der Einbau vieler Schutzeinrichtungen, die ihr wieder zu Störungen Anlaß geben können.

Bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung, störungfreier Betrieb von Hochspannungsanlagen diese Aufgabe der Erforschung von Störungen g sonders wichtig. Zu ihrer Durchführung wird d thodenstrahloszillograph von Rogowski und sicher sehr gute Dienste leisten.

Das Ziel dieser Untersuchungen sind neue u sere Mittel, Störungen zu verhindern oder unschäd machen.

Vorarbeiten für weitere Erhöhung der Betriebspan

Es ist unmöglich, zu übersehen, wie die Elekt nik sich weiterhin entwickeln wird. Es steht jedoc daß der Elektrizitätsverbrauch erheblich zunehmen wenn sich die Strompreise infolge billigerer Erz und Verteilung weiter herabsetzen lassen.

Man hat neuerdings vielfach die Elektrizität gung mit Fernheizwerken verbunden. Dadurch k vorteilhaft werden, große Ausgleichleitungen zu die im Sommer die Benutzung von Wasserkrafta im Winter dagegen in erster Linie den Verbrau elektrischen Energie aus Dampfkraftanlagen ermög Es kann also sehr wohl nötig werden, Fernleitung

Abb. 10
Untersuchung einer Hörnerfunkenstrecke mi Wechselspannung und mit Spannungsstößen

rößere Leistungen zu bauen, als sie heute im Be-
ind.

Deutschland bestehen bereits Fernleitungen für
Mit einer solchen Leitung mit zwei Stromkreisen
sich etwa 200 000 kW über eine Entfernung von
wirtschaftlich übertragen. Ob es innerhalb
hlands nötig wird, noch größere Leistungen zu über-
und dementsprechend höhere Spannungen zu verwenden, steht nicht fest. Beabsichtigt man jedoch in großem Umfang Austausch zwischen verschiedenen Ländern, so wird man mit noch höheren Spannungen rechnen müssen.

Es ergibt sich daraus für die Hochspannungstechnik die Aufgabe, die technischen Möglichkeiten für weitere Spannungserhöhungen zu prüfen und zu schaffen.

[B 56]

e unmittelbare Erzeugung des Eisens

iter unmittelbarer Erzeugung des Eisens sind Ver-
zu verstehen, die es ermöglichen, unter Umgehung
runreinigten Roheisens metallisches Eisen von sol-
Reinheitsgrad darzustellen, daß man das Eisen ohne
ere Reinigungsverfahren weiter verarbeiten kann[1]).
heren Zeiten der noch handwerkmäßigen Darstellung
sens wendete man nur unmittelbare Verfahren an.
ertige Erze wurden mit Holzkohle in Rennfeuern
kleinen Schachtöfen, den Wolfsöfen, reduziert, und
ewonnenen Luppen konnten durch Ausschmieden
verarbeitet werden. Mit dem Beginn des Zeitalters
Eisenindustrie mußten diese alten Verfahren wegen
geringen Erzeugungsfähigkeit und Unwirtschaftlich-
rschwinden, obgleich das auf diesem Wege erhaltene
von vorzüglicher Beschaffenheit war.

e heutige Darstellung des Eisens, die zu der groß-
technischen Durchbildung des neuzeitlichen Hoch-
riebes mit seinen hohen Erzeugungszahlen geführt
ht den Weg über das Roheisen. Dies ist ein Um-
ter dazu zwingt, eine Reihe von Nachteilen mit in
uf zu nehmen. Beim Hochofenverfahren müssen Zu-
für die Schlackenbildung gegeben werden, ferner
Schmelzwärme für das Roheisen und für die Schlacke
enden. Außerdem nimmt das Roheisen eine gewisse
Fremdkörper auf, die bei der Überführung in
dbares Eisen wieder entfernt werden müssen. Es
sich deshalb in neuerer Zeit wieder Bestrebungen,
ze unter besonderer Berücksichtigung geringwerti-
rten ohne Zuschläge zu reduzieren, um so auf un-
arem Wege zu verarbeitbarem Metall zu kommen,
abei aber in die Fehler der alten Rennverfahren zu
n.

undsätzlich sind zwei Richtungen dabei zu unter-
n, einmal die Gewinnung des Eisens in flüssiger
und zweitens in Form eines Eisenschwammes. In
ten Richtung hat vor einigen Jahren der Franzose
t gearbeitet. In einem Drehrohrofen wollte er
eine nur bis zu Kohlenoxyd verbrennende Kohlen-
mme das Erz reduzieren und das gewonnene Eisen
zen. Die an das Verfahren geknüpften Hoffnungen
n jedoch nicht in Erfüllung gegangen zu sein.
der Weg der hier näher zu besprechenden Ver-
von Edwin, Wiberg, Bureau of Mines
n Hornsey. Hier handelt es sich um ein Tief-
tur-Reduktionsverfahren ohne Verflüssigung des er-
Eisens und der Gangart. Ein Verfahren, bei dem
Kohlenstoff als auch Kohlenoxyd und Wasserstoff,
e sogenannte unmittelbare und mittelbare Reduktion
ndt wird.

unmittelbare Reduktion durch Kohlenstoff, die
r Gleichung $Fe_2O_3 + 3\,C = 3\,CO + 2\,Fe$ verläuft und
ndotherm ist, beginnt praktisch erst bei 700° und
eim Tieftemperaturverfahren bis zur Sinterungs-
tur des Erzes ausgenutzt werden. Diese Tempe-
iegt je nach der Art des Erzes zwischen 900 und
ein Sintern selbst darf nicht eintreten, da es den
des Verfahrens stören würde. Das bei dieser Re-
entstehende Kohlenoxyd kann weitere Reduktions-
usüben und seine fühlbare Wärme an die Beschickung
. Anderseits kann man es aber auch in einem ge-
Abschnitt des Verfahrens mit zugeführter Luft ver-
, um dadurch die Erze auf Reaktionstemperatur zu
und sie gegebenenfalls zu rösten.

der Reduktion durch Kohlenstoff ist also eine
usnutzung der gebildeten Gase möglich und kein
uß an Reduktionsmitteln erforderlich. Nachteilig
sem Verfahren ist, daß der Schwefelgehalt der
zum Teil von dem Eisenschwamm aufgenommen
Der Aschengehalt der Kohle ist dann unbedenklich, wenn die Asche nicht mit der Gangart zusammensintert. Ein etwaiger Phosphorgehalt des Erzes wird je nach der Temperatur außerdem zum größten Teil mit reduziert und geht an den Eisenschwamm.

Bei der mittelbaren oder der Gasreduktion hat die Reduktion durch Wasserstoff keine Nachteile. Anders liegen die Verhältnisse bei der Reduktion durch Kohlenoxyd, ein Verfahren, das durch die Gleichung $Fe_2O_3 + 3\,CO = 3\,CO_2 + 2\,Fe$ gekennzeichnet und schwach exotherm ist. Entsprechend dem Gleichgewicht zwischen Kohlenstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure vollzieht sich bei Temperaturen unter 1000° eine mit sinkender Temperatur stärker eintretende Spaltung des Kohlenoxyds unter Bildung elementaren Kohlenstoffs und Kohlensäure. Dieser Spaltungskohlenstoff ist äußerst reaktionsfähig und reduziert zum großen Teil den Phosphorgehalt des Erzes. Die Gasreduktion geht also hier in die unmittelbare Reduktion über, und man kann nur dann aus phosphorhaltigem Erz ein hochwertiges phosphorarmes Eisen erzeugen, wenn man die Reduktionsgase nur bis zu einer bestimmten Temperatur ausnutzt und ihnen bei etwa 800 bis 850° die Einwirkung auf das Erz entzieht. Man vermeidet hierdurch praktisch die unmittelbare Reduktion, verzichtet jedoch auf die vollständige Ausnutzung der Reduktionsenergie der Gase sowie auf die fühlbare Wärme.

In den Verfahren von Edwin und Wiberg wird die reine mittelbare Reduktion nun dadurch erreicht, daß man die abgezogenen Gase zum Entfernen von Staub und Wasserdampf wäscht, über glühendem Kohlenstoff regeneriert und so im Kreislauf dem Verfahren wieder zuführt.

Der Norweger Dipl.-Ing. Emil Edwin benutzt bei seinem Verfahren den aus der Stickstoffdarstellung bekannten Schönherr-Lichtbogenofen, um auf diese Weise reduzierende Gase rasch hoch zu erhitzen und sie dann über Eisenerz zu leiten. Der Weg des Erzes ist hierbei folgender: Das Roherz wird in einem Steinbrecher und einer Kugelmühle bis zu Erbsengröße zerkleinert, darauf in einem Röst- und Vorwärmeofen auf 800 bis 850° erhitzt. Von hier gelangt es in den eigentlichen Reduktions-Drehrohrofen; es ist hierbei Vorsorge getroffen, daß sich die oxydierende Gasphase des Röstofens nicht mit den reduzierenden Gasen des Reduktionsofens mischt. Nach vollendeter Reduktion kommt das Gut in eine wassergekühlte Schnecke und zum weiteren Zerkleinern in eine Kugelmühle. Auf einem Magnetscheider wird das zerkleinerte reduzierte Gut dann in Eisenschwamm, Zwischenerzeugnis und Berge getrennt. Der Eisenschwamm, der ungefähr 96 vH Eisen und 0,3 vH Kohlenstoff neben noch geringfügigen andern Verunreinigungen enthält, wird zu Preßlingen geformt, das Zwischenerzeugnis verwendet man wieder.

Der Weg des Gases führt von einem Gasbehälter über Gasmesser, Kapselgebläse zu einem Gasvorwärmer, der durch die fühlbare Wärme der abziehenden Gase geheizt wird. Hierauf strömt das Gas in den Schönherr-Hochspannungs-Lichtbogenofen, der im wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, daß in einem senkrecht stehenden eisernen Rohr, das oben eine Graphit- und unten eine Eisenelektrode hat, ein Lichtbogen brennt, der durch das tangential unter Druck eintretende Gas stark in die Länge gezogen wird. In der Mitte des Röhrenofens wird dem Gas zum Anreichern Rohöl oder Teer zugeblasen, wodurch ein hoher Gehalt an Wasserstoff gewährleistet wird. Mit ungefähr 1600° verlassen die Gase den Ofen und gehen zur vollständigen Regeneration durch einen Gaserzeuger über Koks und dann durch ein Kalkfilter. Mit etwa 1000° gelangen die Gase darauf in den Reduktions-Drehrohrofen, worin sie mit dem Erz in Reaktion treten. Durch eine Staubkammer kommen die Gase, nachdem sie ihre Wärme an den Vorwärmer abgegeben haben, über einen Gaswascher und Desintegrator zum Gasbehälter zurück.

Den oberhalb des Reduktions-Drehrohrofens angeordneten Fortschaufelungs-Röstofen (Vorwärme- und Röstofen mit beweglichem Herd, beheizt man mit Überschuß-

[1]) Wüst, „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 905 u. f. Vorgetragen
uptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 1926.
Bd. 71 (1927) S. 172.

gas aus dem Gasbehälter. In der ausgeführten Versuchsanlage war jedoch dazu Hilfsgas erforderlich. Außerdem war bei diesem Versuchsofen der Norsk-Staal eine elektrische Widerstandsheizung des Reduktions-Drehrohrofens notwendig, weil sich die durchströmenden Gase zu rasch abkühlten. Bei den Versuchen mit Erzen von Dunderlandsdaal, die bisher nicht wirtschaftlich zu verwerten waren, stellte sich der Energieverbrauch für Hochspannungsofen und Heizung des Drehrohrofens auf 7327,4 kWh für 1 t metallisches Eisen. Der entsprechende Koksverbrauch betrug 312 kg, an Öl wurden 44,32 kg verbraucht. Der aus den Schwammpreßlingen in elektrischen Öfen hergestellte Stahl war von ganz vorzüglicher Reinheit und sehr guten mechanischen Eigenschaften.

Das Verfahren des schwedischen Bergingenieurs Martin Wiberg ist ebenfalls ein Gasreduktionsverfahren mit Gasumlauf. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Edwin-Verfahren liegt jedoch darin, daß Wiberg nur einen Teil des Gases absaugt und im Kreislauf zurückführt, den Rest aber mit zugeführter Luft verbrennt und damit die Beschickung unmittelbar vorwärmt und röstet.

Bei der ausgeführten Anlage verwendet man an Stelle des Drehrohrofens einen 7 m hohen Schachtofen. Die zerkleinerten Erze wandern in dem senkrechten Schacht nacheinander durch die Zonen der Vorwärmung, des Röstens und der Reduktion. An der Ofensohle wird dann der gebildete Eisenschwamm abgezogen. Die Gase kommen durch zwei seitwärts vom Schacht angeordnete, mit Holzkohlen beschickte und durch gewöhnliche Flammbogen geheizte Karburatoren, in denen sie regeneriert und auf ungefähr 1300° erhitzt werden. Dann streichen sie den Schacht hoch und reduzieren das entgegenkommende Erz, worauf in einer Höhe von 3 m ein Teil der Gase abgesogen und dem Wascher und Karburator zugeführt wird. Von einer Ausnutzung der fühlbaren Wärme der Gase an dieser Stelle hat man bei der Versuchsanlage aus Platzmangel abgesehen. Dem Rest der Gase wird aus besonderen Düsen Verbrennungsluft zugeführt und die verbrannten Abgase entweichen an der Gicht mit ungefähr 200°.

Im Falle, daß es sich um Erze handelt, die bei der Reduktion zerfallen und im Schachtofen unbrauchbar wären, ist das Verfahren auch in Verbindung mit drei hintereinander liegenden Drehrohröfen vorgesehen. Das Verfahren ist dasselbe, im ersten Ofen hinter dem Karburator findet die Reduktion statt, an seinem Ende wird ein Teil der Gase abgesogen, der Rest bewirkt im zweiten Ofen eine Vorreduktion. Beim Übergang in den anschließenden dritten Ofen wird das Gas durch Luft verbrannt, wodurch das Erz geröstet, aufgelockert und erhitzt wird. Die magnetische Aufbereitung des ausgetragenen Eisenschwammes und seine Weiterverarbeitung ist dieselbe, wie bei dem Edwin-Verfahren. Jedoch konnte bei dem Versuchsschachtofen der gewonnene Schwamm ohne weiteres im Siemens-Martin-Ofen mit Roheisen zusammen verschmolzen werden. Der gewonnene Stahl: Werkzeug- und Federstahl, konnte als gut bezeichnet werden.

Das Wiberg-Verfahren scheint wärmetechnisch günstigere Ergebnisse als das von Edwin zu zeigen, anderseits ist hier jedoch die Gasführung unsicher, weil sie nicht zwangläufig erfolgt. Wegen zu großer Verschiedenheit der vorliegenden Unterlagen ist eine Abwägung beider Verfahren noch nicht möglich.

Grundsätzlich andere Wege geht das Verfahren des Bureau of Mines. Erz und Magerkohle werden hier zerkleinert in einem Drehrohrofen durch Innenheizung erhitzt und das Erz reduziert. Bei dem Verfahren handelt es sich also um eine unmittelbare Reduktion und damit verbunden ist der Nachteil einer stärkeren Verunreinigung des Eisenschwammes durch Schwefel und Phosphor. Von Vorteil ist die außerordentlich einfache Anlage, die im wesentlichen aus einem schrägstehenden Drehrohrofen mit einem weiten und einem engen Teil besteht, der auf der einen weiten Seite durch eine Ölgebläseflamme beheizt wird, während er auf der entgegengesetzten Seite beschickt wird. Trotz der oxydierenden Flamme hat man in der Beschickung doch stets eine reduzierende Atmosphäre durch den zugegebenen gleichmäßig verteilten Kohlenstoff. Der gebildete Eisenschwamm kühlt unter Luftabschluß ab und wird magnetisch geschieden.

Die ausgeführte Versuchsanlage erzeugt in 24 h 3,5 t Eisenschwamm von 35 bis 65 vH Eisen, je nach dem verwendeten Erz, und etwa 1 vH Kohlenstoff. Der Kohlenverbrauch beträgt nach Aufbereitung der noch Kohle enthaltenden Berge 65 vH der Erzeugung. Als Nacht
sich in einzelnen Fällen herausgestellt, daß die G
sich nicht von dem Schwamm magnetisch trenne
was auf besondere physikalische Eigenschaften des
zurückzuführen ist. Eine Anlage von 200 t Tage
gung ist in Amerika im Bau.

Einen ähnlichen Grundsatz verfolgt der En
Hornsey mit seinem Verfahren. Hier liegen dre
rohröfen übereinander. Im ersten Ofen wird das Er
Abgase erhitzt und geröstet, im zweiten, der mit
heizung ausgerüstet ist, wird Kohle hinzugegebe
reduziert, im dritten wird das Gut gekühlt und geb
zum Magnetscheider. Nähere Angaben über das Ve
liegen nicht vor; eine Anlage von 200 bis 250 t
erzeugung ist im Bau.

Nach den vorliegenden Angaben ist ein nähere
gleich nur möglich zwischen den Verfahren von
und des Bureau of Mines. Edwin errechnet für ei
lage von 25 000 t Eisenschwamm Jahreserzeugun
Mill. ℳ Errichtungskosten und 62,50 ℳ Selbstkos
1 t Schwamm. Das Bureau of Mines will mit ein
lagekapital von 210 000 ℳ täglich 100 t Schwam
stellen zu einem Selbstkostenpreis von 50 ℳ/t. Die
erscheinen jedoch noch recht unsicher.

Im Vergleich mit dem Hochofen ist vor allem
stellen, daß die unmittelbaren Verfahren nur für
ders geeignete Erzsorten durchführbar sind. Es h
gezeigt, daß die deutschen Erze durchweg eine sehr n
Sinterungstemperatur haben, während sie hingeg
einem Drittel Koks gemischt bei 1100° noch nicht
Nur das unmittelbare Verfahren würde sich al
deutsche Verhältnisse eignen, jedoch kommt hinzu,
diesem Falle der Eisenschwamm sich nur dann leich
vollständig von der Gangart trennen läßt, wenn di
wendeten Erze kristallinisch sind und nicht etwa fe
wachsen. Hierzu wären in Deutschland nur die Di
Lahnerze geeignet. Die beschriebenen Verfahren
also für Deutschland nur in sehr beschränktem M
Betracht. Im übrigen bleibt das Hochofenverfahr
uns durchaus noch maßgebend, und es wäre darauf
wirken, es noch weiter zu verbessern. [N

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Krae

Die Friedensbrücke zwischen Kanad
und den Vereinigten Staaten von Ame

Am Ausfluß des Niagara aus dem Eriesee is
neue Brücke, die „Friedensbrücke", erbaut und
eröffnet worden. Sie verbindet die Städte Buffalo in
New York der Vereinigten Staaten und Fort Erie,
in Kanada. Die Brücke selbst ist rd. 1300 m lang, di
Länge einschließlich der Auffahrtbogen beträgt
die Fahrbahn ist 11 m breit, die beiden seitlichen G
sind je 1,85 m breit. Zugrundegelegt ist eine V
dichte von 3000 Fahrzeugen stündlich in einer R
und 1000 gleichzeitig in der andern. Diese eig
Rechnungsweise beruht auf der Erfahrung, daß d
kehr hier seine Spitzenwerte nie gleichzeitig in
Fahrtrichtungen erreicht.

Besonderer Wert wurde auf gute Beleuchtung
einmal weil der Hauptverkehr in den Abendstund
sich geht, ferner weil die Brücke über die Land
führt, die man gut überwachen will. 56 Lampen mi
Lichtstrom von je 4000 Lumen beleuchten die A
bogen, 66 „Bilux"-Lampen derselben Stärke den
Teil der Brücke; die „Bilux"-Lampen der Firma W
house sind so eingerichtet, daß die Beleuchtung
Längsrichtung der Straße stärker ist als in der
richtung; dadurch wird eine gleichmäßige Bele
über die ganze Länge der Straße erreicht. Die L
befinden sich 4,30 m über der Straße. Der elektrisch
wird über zwei Transformatoren für je 15 kW
führt, die an beiden Brückenenden stehen und
amerikanische und das kanadische Netz angeschloss
auf diese Weise werden Unterbrechungen in der Str
rung nach Möglichkeit vermieden. Es ist Vorsor
troffen, daß der Lichtstrom der Lampen von 40
6000 Lumen ohne Schwierigkeit erhöht werden
falls es sich als nötig erweisen sollte. [N 805 f]

Zur Theorie der Gasübertragung bei Diesellokomotiven

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Lomonossoff, Kiew
Aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin

Aufstellung einiger grundlegender Gleichungen, die für alle Übertragungsarten mit Gas verwendbar sind

D er Gedanke, die Leistung von einem Verbrennungsmotor auf die Treibräder mittels Zylinder und Triebwerkes zu übertragen, entstand aus dem ısch, vorhandene Dampflokomotiven umbauen zu ıen. Der Gedanke ist an und für sich sehr einfach. en Dampfzylindern soll irgendein Gas arbeiten, das ıuf einen Anfangsdruck von 10 bis 15 at mittels eines Dieselmotor getriebenen Kompressors verdichtet wird. Benutzt man für eine solche Übertragung atmo-ırische Luft, was die einfachste Lösung wäre, so haben einen Sonderfall dieser Übertragungsart, der bei ıdruckhämmern und andern Werkzeugen bereits die leste Verbreitung gefunden hat. Der wesentlichste gel dieser Übertragungsart ist der Wärmeverlust in langen Rohrleitungen. Dieser Verlust fällt auf einer omotive fort, da hier die Druckleitungen nur sehr z sind. Ein Entwurf einer solchen Wärmelokomotive de im Jahre 1910 von dem Engländer Dunlop ausrbeitet[1]).

Denselben Weg beschritten in den Jahren 1911/14 Kolomnaer Maschinenfabrik in Rußland und die Manenfabrik Augsburg-Nürnberg, wobei zur Erwärmung Luft die Auspuffgase des Dieselmotors verwendet den. Zur Zeit bauen die MAN und die Lokomotiv-ik Eßlingen eine Druckluftlokomotive für die sche Reichsbahn[2]). In Italien baut Zarlatti eine che Lokomotive, die mit einem Gemisch aus Dampf und t arbeitet, und in Österreich baut Cristiani eine sellokomotive, die mit reinem Dampf als Übertragsmittel arbeitet.

Zuerst wurde zugunsten einer solchen Übertragung gebracht, daß eine weitgehende Entwicklung des ellokomotivbaues ohne große Ausgaben nur durch Umbau der vorhandenen Dampflokomotiven möglich und dies sei nur möglich bei Anwendung einer der pflokomotivmaschine ähnlichen Übertragung. Diese ägung ist jedoch nur richtig bei reiner Dampfüber-ung. Bei der Anwendung einer Gasübertragung werdie Abmessungen der Zylinder sowie auch die des iebes größer als bei Dampf; es kann somit von einem ıchen Umbau der Dampflokomotiven in Diesel-Gasmotiven nicht die Rede sein.

Jedoch besteht eine Erwägung, die unbedingt zusten von Diesellokomotiven mit dampflokomotivähn-er Übertragung spricht. Jeder Dieselmotor verwertet ein Drittel der freigewordenen Wärme, während ein tel in den Abgasen verlorengeht und das letzte tel vom Kühler vernichtet werden muß. Bisher schien daß bei jeder andern Übertragung die letzten zwei tel der Wärme nicht ausgenutzt werden können und r restlos verlorengehen. Bei der in Frage kommen-Übertragung muß das in die Lokomotivzylinder einnde Gemisch vorgewärmt werden. Geschieht das mit e der Abgase und des Kühlwassers, so kann auf diese se ein Teil der sonst verlorenen Wärme verwertet len. Dieser Umstand erklärt die Beachtung, die zur in allen Ländern der Frage der Gasübertragung geınkt wird. Leider wird hierbei die theoretische Seite Frage meist unbeachtet gelassen. Dies ist der Berund, weshalb der Verfasser sich veranlaßt sah, n Aufsatz zu veröffentlichen.

Der Dieselmotor mache n_D Uml./min, die Treibräder ml./min. Die Aufgabe der Theorie jeder Dieselnotiv-Übertragung besteht dann in der Feststellung Größen:

$$\nu = \frac{n_D}{n_r} \quad \text{. . . . . (1)}$$

$$\eta_n = \frac{N_r}{N_D} \quad \text{. . . . . (2),}$$

worin ν das Übersetzungsverhältnis, N_r die Leistung am Umfange der Treibräder, N_D die Leistung an der Dieselmotorwelle und η_n der Wirkungsgrad der Übertragung ist.

Die Arbeit eines jeden Gases in Zylindern, die denen der Dampflokomotive ähneln, ist im Grunde genommen ähnlich der Arbeit des Dampfes in den gleichen Zylindern, die durch vielfache Versuche an Dampflokomotiven weitgehend untersucht ist. Man kann daher zur Untersuchung einer Gasübertragung die gleichen Grunderwägungen anwenden wie bei Dampfbetrieb.

Eines der wichtigsten Gesetze des Dampfbetriebes ist die Tatsache, daß die am Umfange der Treibräder entwickelte Zugkraft verhältnisgleich dem mittleren indizierten Druck p_i ist. Das gilt für jede Dampflokomotive. Für die Zugkraft am Radumfang gilt:

$$Z_r = \eta M p_i \quad \text{. . . . . (3),}$$

worin η der mechanische Wirkungsgrad und M ein Festwert ist. Für M gilt die Gleichung

$$M = m \frac{d^2 l}{2D},$$

worin m die Anzahl der Niederdruckzylinder, d deren Durchmesser in cm, l der Kolbenhub in cm und D der Durchmesser der Treibräder in cm ist. Diese Gleichung kann ohne weiteres für Lokomotiven mit Gasübertragung verwendet werden. Der Einfachheit halber soll

$$\eta p_i = p_m$$

angenommen werden, dann ist

$$Z_r = M p_m \quad \text{. . . . . (4),}$$

worin der mittlere wirkliche Druck p_m in den Lokomotivzylindern eine Funktion der Füllung und der Geschwindigkeit ist. Dieser Umstand ist das Ergebnis der Gasdrosselung in den Ein- und Auslaßkanälen, deren Wirkung nach dem Satz von Bordat mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst.

Anderseits gilt für jede Lokomotive mit Dieselmotorantrieb:

$$Z_r = A \nu p_e \text{ [2a])} \quad \text{. . . . . (5),}$$

worin

$$A = f m_D \frac{d_D^2 l_D}{4D}$$

ein Festwert des Antriebmotors, ν das Übersetzungsverhältnis, d. h. das Verhältnis zwischen den Drehzahlen des Dieselmotors und der Räder, während p_e der mittlere Druck in den Dieselmotorzylindern ist, berechnet aus der Leistung am Umfang der Treibräder. In der Gleichung für A ist f die Anzahl der Arbeitshübe jedes Kolbens für eine Umdrehung des Antriebmotors, m_D die Kolbenzahl, d_D der Kolbendurchmesser, l_D der Kolbenhub und D der Durchmesser der Treibräder.

Aus Gl. (4) und (5) erhält man

$$\nu = B \frac{p_m}{p_e} \quad \text{. . . . . (6),}$$

worin

$$B = \frac{M}{A} = \frac{2}{f} \frac{m}{m_D} \left(\frac{d}{d_D}\right)^2 \frac{l}{l_D} \quad \text{. . . . . . (7)}$$

eine für die gegebene Lokomotive unveränderliche Größe ist. Für den Sonderfall der Dampflokomotive gilt:

$$f = 2,\ B = 1,\ p_m = p_e,\ \nu = 1.$$

Gl. (6) zeigt, daß bei jeder Lokomotive mit Gasübertragung die Übersetzung verhältnisgleich ist dem Verhältnis zwischen dem mittleren Druck p_m in den Lokomotivzylindern zu dem in den Dieselmotorzylindern p_e, bezogen auf den Umfang der Treibräder. Dies ist das erste Gesetz der Gasübertragung.

[1]) „The Engineer" Bd. 113 (1912) S. 38, Bd. 114 (1912) S. 99.
[2]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 635.
[2a]) Z. Bd. 68 (1924) S. 198.

Wird der mittlere Druck im Dieselmotorzylinder p_D, wie bei ortfesten Anlagen, aus der Leistung an der Kurbelwelle berechnet, so erhält Gl. (6) eine etwas andre Fassung. Der mittlere Druck p_e, auf die Welle bezogen, ist im Falle des Antriebes aller Hilfsmaschinen von einem Hilfsmotor mit dem Druck p_D durch folgende Gleichung verbunden:

$$\frac{p_e}{p_D} = \eta_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8),$$

worin η_n der Wirkungsgrad der Übertragung ist. Wir können daher sagen, daß

$$\nu = \frac{B}{\eta_n} \frac{p_m}{p_D} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

ist. Die Werte von p_m und p_D sind von null bis zu einem Höchstwert veränderlich. Daher kann auch das Übersetzungsverhältnis ν von null bis unendlich verändert werden. Mit andern Worten: die Gasübertragung ist in bezug auf ihre Anpassungsfähigkeit nicht ungünstiger als die elektrische Übertragung.

Das zweite Gesetz des Dampfbetriebes besteht darin, daß während einer mehr oder weniger langen Zeitspanne die Dampfmaschine der Lokomotive nicht mehr Dampf verbrauchen kann, als der Kessel erzeugt. Man kann natürlich während einer verhältnismäßig kurzen Zeit bei dem Kessel Anleihen vornehmen, aber in der darauffolgenden Zeitspanne muß diese Anleihe zurückerstattet werden. Somit bleibt das Gesetz in Kraft, daß zwischen der Arbeit des Kessels und der Arbeit der Dampfmaschine ein gewisses Gleichgewicht vorherrschen muß.

Bei einer Diesellokomotive mit Gasübertragung bestehen die gleichen Verhältnisse, nur tritt an Stelle des Kessels der Gasbehälter oder, richtiger gesagt, alle diejenigen Maschinen, die das in den Lokomotivzylindern arbeitende Gas erzeugen. Daher kann dieses Gesetz in Anwendung auf Diesellokomotiven mit Gasübertragung folgende Fassung erhalten: Während einer mehr oder weniger langen Zeitspanne können die Lokomotivzylinder nicht mehr Gas verbrauchen, als der Hauptmotor erzeugt. Dieses Gesetz kann mathematisch durch die Gleichung

$$L = L_D \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

ausgedrückt werden, worin L die von den Lokomotivzylindern in 1 h verbrauchte Gasmenge in m^3 und L_D die in 1 h erzeugte Gasmenge in m^3 ist. Dies ist das zweite grundlegende Gesetz der Diesellokomotive mit Gasübertragung.

Hieraus ergeben sich drei sehr wichtige Folgerungen. Die Größe L kann durch die Gleichung

$$L = \frac{2\, m\, n_{rh}\, G_H}{\gamma}$$

ausgedrückt werden, worin γ das spezifische Gewicht des Gases, G_H der Gasverbrauch für einen Kolbenhub in kg, m die Anzahl der mit Frischgas zu füllenden Zylinder,

$$n_{rh} = 60\, n_r = \frac{1000\, V}{\pi D}$$

die Umlaufzahl der Treibräder in 1 h ist, wenn V die Fahrgeschwindigkeit in km/h bedeutet. Der Wert G_H hängt ab von der Füllung der Lokomotivzylinder, der Geschwindigkeit und der Auspuffspannung. Für die ideale Maschine, d. h. für eine Maschine, deren Zylinder absolut wärmeundurchlässig sind, die keine schädlichen Räume haben und bei der keine Kompressionen stattfinden, ist

$$G_H = \frac{\pi d^2}{4} \varepsilon\, l\, \gamma\, ;$$

hieraus folgt:

$$\frac{G_H}{\gamma} = \frac{\pi d^2}{4} \varepsilon\, l\, .$$

Hierbei ist ε der Füllungsgrad. Beim Vorhandensein eines schädlichen Raumes λ und einer Kompression σ, ausgedrückt in Teilen des Kolbenhubes, gilt die Gleichung:

$$G_H = \frac{\pi d^2}{4}\, l\, [(\varepsilon + \lambda)\, \gamma_\varepsilon - (\sigma + \lambda)\, \gamma_\sigma] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

worin γ_ε das spezifische Gasgewicht im Augenblick des Füllungsabschlusses und γ_σ im Augenblick des Beginns der Kompression ist.

In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse etwas a
Das in die Lokomotivzylinder eintretende Gas kommt
Eintritt in die Zylinder in Berührung mit den soeben
die Außenluft abgekühlten Zylinderwandungen un
den kalten Wandungen des Schiebers, wodurch ein
wisse Abkühlung des Gases, d. h. ein gewisser Leis
verlust, eintritt. Außer der abkühlenden Wirkun
Zylinderwandungen kommt noch der Undichtheitsv
durch den Schieber, die Stopfbüchsen und den Kolb
Betracht. Dieser Verlust ist um so größer, je nähe
Arbeitsgemisch einem idealen Gas kommt. Dieser
stand führt zu der Erwägung, daß die gleichen
nahmen, die bei Dampflokomotiven mit Erfolg zu
kämpfung der zusätzlichen Dampfverluste angew
werden, d. h. Überhitzung, Verbundwirkung
Stumpfsche Gleichstromwirkung, auch für Lokom
mit Gasübertragung empfohlen werden können. In
Hinsicht ist der Standpunkt von Zarlatti, de
seinen sämtlichen Entwürfen eine Verbundmaschin
wendet, als richtig anzuerkennen. Jedoch noch z
mäßiger wäre es, bei einer Diesellokomotive mit Ga
tragung eine Stumpfsche Gleichstrommaschine z
proben. Versuche an Dampfmaschinen, darunter au
Dampflokomotiven, zeigten, daß die Werte des Un
heitsverlustes und des Verlustes infolge Abkühlun
der Zylinderfüllung und von der Kolbengeschwind
abhängig sind. Anderseits ist der theoretische Verb
auch von der Geschwindigkeit abhängig, da bei steig
Geschwindigkeit das Indikatordiagramm verzerrt wir
auch die Größen γ_ε und γ_σ beeinflußt.

Wir sind nun berechtigt, die Gleichungen aufzus

$$G_H = c\, \frac{\pi d^2}{4}\, l\, \varepsilon\, \gamma_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

und

$$c = f(\varepsilon,\ V,\ p_1,\ p_2)$$

worin p_1 der Eintrittsdruck und p_2 der Gegendruc
Diese Funktion kann nur durch Versuche festgestell
den. Wird als arbeitender Körper in der Diesellok
Dampf benutzt, so können Versuchsergebnisse an D
lokomotiven auch ohne weiteres auf eine solche Loko
übertragen werden. Wird jedoch irgendein andre
verwendet, so können die Versuchsergebnisse an D
lokomotiven nur für die vorläufige Berechnung verw
werden, die dann mit Hilfe von Versuchen nachg
werden muß. Man kann jedoch annehmen, daß im
der Anwendung der Versuchsergebnisse bei Damp
motiven mit hoch überhitztem Dampf auf Diesellokom
kaum wesentliche Fehler entstehen können.

Aus dem zweiten Gesetz der Gasübertragung (
folgt

$$L_D = \frac{1000\, V}{\pi D}\, 2\, m\, c\, \frac{\pi d^2}{4}\, l\, \varepsilon = 1000\, M\, c\, \varepsilon\, V$$

oder

$$\varepsilon\, V = \frac{L_D}{1000\, M\, c} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

Wären die Werte c und L_D Festwerte, so wür
Gl. (12) die einer gleichseitigen Hyperbel sein. In
lichkeit ist

$$c = f(\varepsilon,\ V,\ p_1,\ p_2),$$

also veränderlich, und der Wert L_D kann in Abh
keit von den Arbeitsverhältnissen des Dieselmotors,
nach dem Gutdünken des Lokomotivführers, in recht
Grenzen verändert werden. Wir sind daher bere
zu sagen, daß bei beliebigen L_D die Füllung der I
lokomotivzylinder ε mit der Fahrtgeschwindigkeit V
gewisse hyperbolische Beziehungen verbunden ist,
daß bei der Diesellokomotive mit Gasübertragung b
gebenen L_D mit wachsender Geschwindigkeit, wie au
jeder Dampflokomotive, die Füllung ε verkleinert w
muß. Dies ist die erste Folgerung aus dem zweiten G
gesetz.

Die zweite Folgerung ergibt sich aus der Erwä
daß die Zugkraft mit der Füllung steigt. Ist dah
Füllung für einen gegebenen Wert von L_D mit de
schwindigkeit durch ein hyperbolisches Gesetz verbu
so ist auch die Zugkraft für den gleichen Wert L

eschwindigkeit V in hyperbolischer Abhängigkeit ver-
ı. Werden auf diese oder jene Weise bei gegebenen
p_e die Beziehungen

$$c = f(\varepsilon, V)$$

$$Z_r = \varphi(\varepsilon, V)$$

elt, so ist die Feststellung der Beziehung

$$Z_r = \varphi_1(V)$$

ilfe von Gl. (13) nicht schwierig. Es besteht also
den Wert von L_D zwischen Z_r und V eine hyper-
ie Beziehung. Dies ist die zweite Folgerung aus
weiten Gesetz.

Vir kommen nun zur dritten Folgerung des zweiten
zes. Für jede Kompressoranlage ist die in 1 h er-
: Luftmenge

$$L_D = v_D N_D,$$

N_D die Leistung in PS, an der Hauptwelle gemessen,
end v_D, die von 1 PSh erzeugte Gasmenge in m³, bei
gegebenen Endkompressionsdruck ein Festwert ist.
folgt aus dem zweiten Gesetz der Gasübertragung,
auf Grund von

$$L = L_D,$$

leichung:

$$L_D = v_D N_D = \frac{1}{\gamma} \frac{G}{N_r} N_r,$$

G = Gasverbrauch in kg/h.

ehnen wir nun durch

$$v_r = \frac{1}{\gamma} \frac{G}{N_r}$$

Verbrauch des Arbeitsgemisches durch die Lokomotiv-
ler in m³ für 1 PSh, bezogen auf den Umfang der
räder, so gilt die Gleichung:

$$v_D N_D = v_r N_r.$$

n ergibt sich der Wirkungsgrad der reinen Gasüber-
ng (d. h. ohne Hilfsmaschinenantrieb):

$$\eta_n = \frac{N_r}{N_D} = \frac{v_D}{v_r}.$$

en jedoch die Hilfsmaschinen von der Hauptwelle an-
ben, so gilt

$$\frac{N_r}{N_D} = \eta_n \eta_b = \frac{v_D}{v_r}$$

$$\eta_n = \frac{1}{\eta_b} \frac{v_D}{v_r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14),$$

$$\eta_b = \frac{N_D - N_b}{N_D},$$

N_b die für die Hilfsmaschinen erforderliche Lei-
ist.

Die Gleichung $L = L_D$ ist nur richtig, wenn das
tsgemisch nicht vorgewärmt wird. Bei Vorwärmung
dert sich das Volumen der verdichteten Luft nach
Gay-Lussacschen Gesetz, bezogen auf die absoluten
eraturen, d. h. im Druckgasbehälter werden in 1 h

$$L_r = L_D \frac{T_r}{T_D} = v_D N_D \frac{T_r}{T_D}$$

ıs vorhanden sein. Hieraus folgt

$$\eta_n \eta_b = \frac{v_D}{v_r} \frac{T_r}{T_D}.$$

man

$$\frac{T_r}{T_D} = \Theta,$$

d

$$\eta_b \eta_n = \frac{v_D}{v_r} \Theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15).$$

e Kompressoren liefern in der Regel bei 7 bis 9 at
ruck und 200 °C etwa 8 kg Luft für 1 PSh[3]). Da
uft auf Grund der Zustandsgleichung

$$p v = 29{,}3\ T$$

bei diesem Druck ein Volumen von etwa 0,17 m³ einnimmt,
so liefert der Verdichter:

$$v_D = 0{,}17 \cdot 8 = 1{,}4 \text{ m}^3/\text{PSh}.$$

Die besten Dampflokomotiven mit Überhitzung verbrauchen
für 1 PSh bei etwa 8 at Überdruck und bei einer Tempe-
ratur des überhitzten Dampfes von 350 °C etwa 9,50 kg/h
Dampf[4]). Nach der Gleichung

$$\gamma_r = \frac{10\,000}{\frac{47{,}1\,T}{p} - 160} \;{}^{5)}$$

gilt unter diesen Verhältnissen

$$\gamma_r = 2{,}7 \text{ kg/m}^3,$$

daraus folgt

$$v_r = \frac{9{,}5}{2{,}7} = 3{,}5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Man kann daher sagen, daß auch bei andern Gasen
der gleiche Wert von v_r gelten wird, so daß

$$\eta_n = \frac{v_D}{v_r} \Theta = \frac{1{,}4}{3{,}5} \cdot \frac{273 + 350}{273 + 200} = 0{,}52.$$

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Augsburg,
baut zur Zeit einen besonderen Dieselmotorkompressor für
eine von der Deutschen Reichsbahn der Lokomotivfabrik
Eßlingen in Auftrag gegebene Lokomotive. Nach den vor-
läufigen Versuchen ergibt dieser Kompressor

$$v_D = 2{,}2 \text{ m}^3/\text{PSh};$$

wenn diese Zahl durch Streckenversuche bestätigt wird,
so wird bei 7 at Überdruck und einer Temperatur von
350 °C

$$\eta_n = \frac{2{,}2}{1{,}6} \cdot 0{,}52 = 0{,}82.$$

Es muß jedoch beachtet werden, daß dieser Wert auch
bei dem MAN-Dieselmotorkompressor im noch neuen Zu-
stande nur dann vorhanden sein wird, wenn es gelingt,
ohne besonderen Brennstoffverbrauch die Luft von 200 °
bis 350 °C zu erhitzen, widrigenfalls wird der Wirkungs-
grad η_n geringer sein.

Eine weitere Erhöhung von η_n ist nur durch Ver-
ringerung des Gasverbrauchs der Lokomotivzylinder mög-
lich. Bei einem Druck von 12 at und einer Temperatur
des Dampfes von etwa 400 °C gelang es bei einer russi-
schen Verbundlokomotive (Achsfolge 1 D 1), den Wert
$\frac{G}{N_r}$ bis 7 kg/h[6]) zu vermindern, was bei $\gamma = 4{,}1$ einen Wert
von $v_r = 1{,}7$ ergibt. Bei 7 at Überdruck ist jedoch ein
solcher Wert von v_r nicht möglich. Läßt man den Kom-
pressor die Luft bis 12 at Überdruck verdichten, so sinkt
v_D, und es entstehen vor allem Schwierigkeiten mit der
Luftvorwärmung. Wenn es gelingen würde, den Ver-
brauch v_r bei 7 at auf nur 2,5 m³/h herabzusetzen, so würde
dies einen Wirkungsgrad von $\eta_n = 1{,}14$ ergeben.

Für eine solche Erhöhung der Werte von v_r und η_n
sind die ungünstigen Arbeitsverhältnisse des Gases in
den Lokomotivzylindern hinderlich, da die Zylinder-
abmessungen durch das Umgrenzungsprofil beschränkt
sind. Dieser Umstand beschränkt den Wirkungsgrad von
Dampfmaschinen, und ich halte daher die Hoffnungen
mancher Anhänger der Gasübertragung auf die Erreichung
von Wirkungsgraden größer als 1 für wenig begründet.
Hierzu müßten die Lokomotivzylinder von Grund auf
umgebaut werden, und sie müßten die Möglichkeit er-
halten, unter den Verhältnissen zu arbeiten wie die besten
ortfesten Maschinen. Bei den stets wachsenden Abmessun-
gen der Lokomotive ist dies gänzlich unmöglich. Bei ort-
festen Maschinen ist die 20fache Dampfdehnung üblich,
während man sich auf Dampflokomotiven mit 1,7- bis
4facher Dehnung begnügen muß.

Ich glaube daher, daß in der Wirklichkeit mit Gas-
übertragung bei Diesellokomotiven Wirkungsgrade von
$\eta_n = 0{,}7$ bis 1,0 erreicht werden, d. h. bei einem Wir-

[3]) Vergl. Ostertag, Kompressoren, 1919 S. 100 bis 110.

[4]) Lomonossoff, Опыты 1912 bis 1914, 1925 S. 339, Abb. 948.

[5]) Schüle, Technische Thermodynamik, I (1923) S. 224.

[6]) Lomonossoff, Опыты 1912 bis 1914, 1925 S. 231.

kungsgrade des Dieselmotors von $\eta_D \sim 0{,}34$ und einem Verlust für die Hilfsmaschinen der Lokomotive von etwa 8 vH der Gesamtwirkungsgrad der Lokomotive

$$\eta = 0{,}92\,\eta_n\,\eta_D = 0{,}22 \text{ bis } 0{,}31$$

betragen wird. Diese Zahl kann auch auf andre Weise berechnet werden. Der Wirkungsgrad eines idealen Dieselmotors beträgt etwa 0,5. Der Wirkungsgrad eines idealen Kompressors $\frac{T_1}{T_1 - T_2} = \sim 2{,}5$. Der höchste Wirkungsgrad einer idealen Maschine, die nach dem praktisch idealen Kreisprozeß unter den Arbeitsverhältnissen einer Lokomotiv-Dampfmaschine arbeitet, beträgt etwa 0,2 [7]). Man kann daher im besten Falle einen Wirkungsgrad von $\eta = 0{,}25$ erreichen.

Gelingt es, die in den Abgasen abgeführte Wärme zu verwerten, so wird $\eta_0 = \frac{3}{2}\,0{,}25 = 0{,}37$. Gelingt es auch, die im Kühlwasser abgeführte Wärme zu verwerten, so wird $\eta_1 = 2 \cdot 0{,}25 = 0{,}50$. Alle diese idealen Zahlen gelten bei Vermeidung jeglicher Verluste. Berücksichtigt man jedoch die Verluste mit 30 vH, so erhält man $\eta = 0{,}7$, $\eta_1 = 0{,}18$ bis 0,35. Diese Berechnung ist trotz ihrer schemaartigen Form außerordentlich bemerkenswert insofern, als sie die schwächste Stelle des Gedankens der Diesel-Druckgaslokomotive zeigt, nämlich das Bestreben, für die Expansion die dampflokomotivähnliche Maschine zu verwenden, deren thermische Unvollkommenhe wichtigste Grund für den Übergang von der I lokomotive zur Diesellokomotive ist.

Hierbei ist es gleichgültig, welches Gas ver wird. Sobald die Anfangs- und Endtemperaturen g sind, bestimmt der zweite Hauptsatz der Thermody den Wert des wärmetechnischen Wirkungsgrades, de den günstigsten Verhältnissen erzielt werden kann bei Durchführung des Carnotschen Kreispro Ebenso legt die Thermodynamik bei gegebenen Abm gen der Zylinder, d. h. bei gegebenen Expansions die Grenze der möglichen Annäherung an den pr idealen Carnotschen Kreisprozeß fest. Diese müssen bei Dampflokomotiven berücksichtigt ebenso gelten sie auch für Diesellokomotiven mit G tragung. Leider werden diese Tatsachen von viel findern nicht berücksichtigt.

Hiermit will ich nicht sagen, daß die G tragung für Lokomotiven unverwendbar ist. Im teil, wie bereits erwähnt, hat diese Übertragung großen Vorteil, nämlich die Möglichkeit einer Ausn der in den Abgasen und in dem Kühlwasser abge Wärme. Anderseits sehen wir auch, daß diese tragung einen großen Mangel hat, nämlich die Verw der thermisch ungünstigen Lokomotivzylinder.

Diese Übertragungsart ist eine von den technisc lichen Lösungen der Diesellokomotivfrage, aber ni einzige, mit andern nicht zu vergleichende, wie zu angenommen wird. [B

[7]) Lomonossoff, Паровозы, Э, Эш, Эг 1924 S. 130.

Stülp- und Kipperscheinungen bei elastischen Ringen

Wenn man einen elastischen Ring (einen rotationssymmetrischen Wulst von beliebigem Meridianschnitt, z. B. aus Gummi) umzustülpen, d. h. seinen innersten Parallelkreis nach außen und seinen äußersten nach innen zu bringen sucht, so bemerkt man einen elastischen Widerstand, der offenbar davon herrührt, daß die Längsfasern des Ringes hierbei teils verlängert, teils verkürzt werden müssen. Die Theorie dieser Ringstülpungen, die u. a. für die Berechnung von Flanschen wichtig sein mag, wurde ursprünglich[1]) nur für unendlich kleine Umstülpwinkel entwickelt und ist unter gewissen, in der technischen Elastizitätstheorie auch sonst üblichen Annahmen dann allgemein[2]) auf beliebig große Umstülpwinkel für die beiden Fälle erweitert worden, daß die Umstülpmomente entweder gleichmäßig in sämtlichen Meridianschnitten oder nur in einzelnen, zyklisch symmetrischen Meridianschnitten wirken. Man findet, daß bei gleichmäßiger Umstülpung stets eine neutrale, d. h. an der Umstülpung unbeteiligte, Faser vorhanden ist und daß jeder Ring außer seiner ursprünglichen Form beim Umstülpen noch mindestens eine und höchstens drei weitere Gleichgewichtsformen durchläuft, von denen aber höchstens noch eine stabil sein kann. Beispielsweise ist bei Ringen mit einer äquatorialen Symmetrieebene die ganz umgestülpte Form eine — stabile oder labile — Gleichgewichtslage.

Anstatt durch Drehmomente in den Meridianschnitten kann man die Umstülpung auch durch radial von innen nach außen wirkende Pressungen hervorrufen. Hierbei ist besonders bemerkenswert der Fall, daß der Ring eine äquatoriale Symmetrieebene hat, in der auch die Kräfte gleichmäßig radial ausstrahlend verteilt sind. Es zeigt sich dann, daß, sobald die den Ring erweiternden Kräfte ein gewisses Maß übersteigen, die ungestülpte Ringform labil wird und plötzlich in eine mehr oder weniger vollständig umgestülpte Form übergeht, eine Erscheinung, die ähnlich beim geraden Stab bekannt ist und dort als Kippung bezeichnet wird. Die Theorie dieser Ringkippungen ist zuerst[3]) für äquatorialsymmetrische, neuerdings[4]) für ganz beliebig gestaltete Ringe durchgeführt worden. Ihre Mannigfaltigkeit ist erheblich größer, als man von vornherein erwartet: es können bis zu vier Kipplasten erster Ordnung auftreten; insbesondere setzt das Kippen und das Rückkippen mit zunehmender Be- und dann Entlastung im allgemeinen bei verschiedenen Last ein; und es kann sogar vorkommen, daß ein umge Ring beim Entlasten überhaupt nicht mehr von se seine ursprüngliche, sondern in eine ganz andre gewichtslage zurückkehrt.

Gleichartige Kipperscheinungen wie bei Innenlast lassen sich auch bei radialer Außenlast bei einer gewissen Axialbelastung nachweisen, Kraftringpaar bezeichnet wird, und können, was (z Kolbenringen) technisch wichtig ist, auch schon Eigenspannungen im Ringe hervorgerufen werden.

Stuttgart R. Gram

[1]) M. Westphal, Z. Bd. 41 (1897) S. 1036.
[2]) R. Grammel, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 3 (1923) S. 429.
[3]) „ „ „ „ „ „ „ „ Bd. 3 (1923) S. 438.
[4]) „ „ „ „ „ „ „ „ Bd. 7 (1927) S. 198.

Zucker aus Trockenschnitzeln

Unter dieser Überschrift wird in Z. Nr. 31 über ein Verfahren der Zuckergewinnung aus getro Rüben berichtet, das von dem landwirtschaftlichen der Universität Oxford empfohlen wird und eine Um in der Zuckerindustrie herbeiführen soll. Dieses Ve hat aber durch die Beschreibung in der Zeitschri Engineer" eine unverdiente Beachtung gefunden. V die Zuckerrüben zunächst durch Trocknen haltbar zu und daraus erst den Zucker daraus zu gewinnen, sind vor Jahrzehnten in Deutschland angestellt worden, ab Erfolg. Neuerdings hat ein Italiener, de Vecchi Versuche wieder aufgenommen und glaubt, besonders Verhältnisse in Italien, damit einen Erfolg erzi können; er fußt dabei aber auf einer genauen Kenn bisherigen Zuckertechnik und hat sich daher seh dagegen gewandt, daß sein Verfahren mit den ph schen Plänen und Arbeitsweisen des Oxforder Inst Verbindung gebracht wird.

Sowohl der Trockner, den das Institut empfiel seine Bedienung, als auch besonders das Auslaugege die getrockneten Rüben und die Vorschläge zur Verar der gewonnenen Säfte sind praktisch unbrauchbar, Angaben über die Güte der damit zu erzielenden T rüben, Säfte und Zucker sind unbewiesen und offen richtig. Es muß daher davor gewarnt werden, die rungen des Oxforder Institutes als Grundlage für d teren Ausbau der Rübenzuckerindustrie zu nehmen sich eingehender über diese Frage unterrichten will die nötigen Angaben in den Aufsätzen, die von de Vecchis im „Centralblatt für die Zuckerindustrie (1927) S. 331 und 888 veröffentlicht sind. [D 770]

Dormagen Dr. H. Claa

Der Umbau von Wasserturbinen
· Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit

)tto Albrecht und Dr. Robert Haas, Rheinfelden

der Hand eines Umbaues wird gezeigt, wie durch Ersatz
er veralteten Anlage trotz geringfügiger Aenderung der
sserkammern die Leistung wesentlich zu erhöhen ist. Die
Wirtschaftlichkeit ist durch Zahlen belegt.

Allgemeines

ei den Kraftübertragungswerken Rheinfelden war es
ch, durch die Auswechslung veralteter Turbinen gegen
, neuerer Bauart von höherer Leistung und besserem
ıngsgrad einen erheblichen wirtschaftlichen Erfolg zu
en. Dabei konnte man durch die Tüchtigkeit des
rers diesen Vorteil erreichen, ohne daß an den gege-
. beschränkten Raumverhältnissen der Wasserkammern
ıtliche Änderungen nötig wurden. Da ein solches
ehen unter gegebenen Umständen dazu dienen kann,
kostspielige Umbauten veralteter Wasserkraftanlagen in
Ergiebigkeit bedeutend zu steigern, so sollen diese
äuge im folgenden beschrieben werden.

)as Kraftwerk Rheinfelden wird seit dem Jahre 1898
in erster Versuch einer ausgebauten Wasserkraft in
m Umfange betrieben. In dieser Anlage wird
Wasserkaft des Rheines in 20 Turbineneinheiten
nutzt. Als Wirkungsgrad der Turbinen wurde
rzeit auf Grund von Messungen 67 vH als Grenzwert
mmt, der im Laufe der Zeit bei einigen Turbinen durch
vechslung der Laufräder auf 76 vH gebracht wurde.

'or etwa drei Jahren standen die Kraftübertragungs-
e Rheinfelden vor der Frage, bei einer ihrer Maschinen
elle eines alten einen neuen Stromerzeuger zu beschaf-
Es lag nahe, bei dieser Gelegenheit auch die veraltete
ine durch eine solche neuzeitlicher Bauart und dabei
erer Leistung zu ersetzen. Daß dies bei dem derzeitigen
le der Turbinentechnik möglich war, hatten die unter
ichen Verhältnissen bereits ausgeführten Umbauten der
inen in den schweizerischen Wasserkraftwerken Chèv-
Baden, Ruppoldingen und Wynau gezeigt. Wir betrau-
daher verschiedene Turbinenfirmen des Inlandes und
Schweiz mit der Aufgabe, bei möglichst geringen bau-
ı Änderungen der Wasserkammer einen Turbinensatz
einem Höchstmaß an Leistung und Wirkungsgrad zu
rfen. Dieser Forderung wurde am vollkommensten
ı ein Angebot der Ateliers des Charmilles S. A.,
Schweiz entsprochen, die dann auch den Auftrag auf
usführung einer Turbine als Versuchsanlage erhielt.

Der zunächst umzubauende Maschinensatz wurde am 1. Oktober des Jahres 1925 stillgesetzt. Nach Abbruch dieser Maschine und nach Fertigstellung der baulichen Änderungen in der Turbinenkammer konnte am 1. Januar 1926 mit der Aufstellung der Turbine und am 15. Februar mit der Aufstellung des Stromerzeugers begonnen werden. Zu dem vereinbarten Zeitpunkt am 15. April 1926 wurde die umgebaute Anlage in Betrieb genommen. Die Anlage entsprach den Erwartungen, so daß die Kraftübertragungswerke Rheinfelden im gleichen Jahre noch eine weitere Turbineneinheit nebst Stromerzeuger in Auftrag geben konnten, die am 1. April 1927 in Betrieb kam.

Technisches

Zunächst ist in Abb. 1 und 2 ein Schnitt durch Wasserkammer und Saugrohr mit der Anordnung der Turbine dargestellt, wie sie vor dem Umbau war. Die alte Turbine, nach Bauart der Francis-Turbinen mit vier Laufrädern auf senkrechter Welle, hatte bei 3,2 m Gefälle, 55 Uml./min und 28,4 m³/s Schluckfähigkeit 840 PS Leistung, was einem Wirkungsgrad von 69,3 vH entspricht. Dieser Leistung entsprach auch der Stromerzeuger.

Abb. 3 und 4 veranschaulicht im Schnitt die Anordnung des neuen Turbinensatzes einschließlich des Stromerzeugers, der entsprechend der erhöhten Leistung und veränderten Umdrehungszahl ebenfalls erneuert und der AEG, Berlin, in Auftrag gegeben wurde.

Die neue Turbine ist als Propellerturbine mit kegelförmigem Leitrad und nur einem Laufrad mit 107 Uml./min ausgeführt worden. Bei dieser Bauart konnte die Schluckfähigkeit gegenüber der alten Turbine auf 36 m³/s und damit die Leistung auf 2100 PS erhöht werden. Der Stromerzeuger ist für eine Dauerleistung von 2300 kVA und einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,7$ bemessen.

Aus dem Vergleich der Abbildungen geht hervor, daß nur geringe bauliche Änderungen im Innern der Wasserkammer vorzunehmen waren.

In Abb. 3 und 4 ist der Einbau der Turbine, wie man ihn bei einer ganz neuen Anlage etwa ausgeführt hätte, durch gestrichelte Linien angedeutet. Wenn man an die bestehenden Verhältnisse der Kammer nicht gebunden gewesen wäre, hätte man den spiralförmigen Wassereinlauf für die Turbine und auch das Saugrohr so ausbilden können, daß noch höhere Leistungen erreicht worden wären.

Die durch den Umbau der Turbine bei den verschiedenen Gefällhöhen erreichte Mehrleistung, gemessen in kW am Stromerzeuger, geht aus folgender Zahlentafel hervor:

Abb. 1 und **2**
Anordnung der alten Turbinenanlage

Abb. 3 und **4**. Die neue Anlage. Die gestrichelten Linien (g, s_2) zeigen an, wie die Anlage ausgeführt worden wäre, wenn man nicht durch die räumlichen Verhältnisse beengt gewesen wäre.

Abb. 5
Vergleich der Leistungen vor und nach dem Umbau

Abb. 6
Häufigkeitswerte der Mehrleistung

Gefälle in m:		6,0	5,0	4,5	4,0	3,0
Leistung						
vor dem Umbau:	kW	750	750	750	670	400
nach dem Umbau:	kW	1440	1440	1270	1050	625
Leistungsgewinn:	kW	690	690	520	380	225

Diese Werte sind in Abb. 5 zeichnerisch dargestellt.

Wirtschaftliches

Bei der Frage, wie viel durch diese Mehrleistung einer umgebauten Turbine gegenüber dem früheren Zustande gewonnen wird, sind verschiedene Zeitabschnitte je nach den Gefällverhältnissen in Betracht zu ziehen, und zwar:

1. bei Niedrigwasser von weniger als 30 cm am Pegel Basel ergab sich für unsere besonderen Verhältnisse, bei denen noch eine Wasserteilung mit den elektrochemischen Betrieben in Rheinfelden in Betracht kommt, das folgende:

Wir dürfen bei diesen Wasserständen keine größeren Wassermengen als früher entnehmen, es kommt uns also nur der erhöhte Wirkungsgrad zu gut, der eine Verbesserung um 10 vH bedeutet. Für den ganzen Maschinensatz zusammen ergeben sich bei einem Gefälle von 5,2 m folgende Wirkungsgradverhältnisse:

vor dem Umbau:
- Turbine . . . . . $\eta = 0,76$
- Stromerzeuger . . . $\eta = 0,955$ bei $\cos\varphi = 1$
- ganze Maschineneinheit $\eta = 0,726$

nach dem Umbau:
- Turbine . . . . . $\eta = 0,86$
- Stromerzeuger . . . $\eta = 0,93$ bei $\cos\varphi = 0,7$
- ganze Maschineneinheit $\eta = 0,80$

Für die Niedrigwasserzeit ergibt sich hiernach bei Vollbelastung der Einheit und bei gleichem Wasserverbrauch 135 kW Leistungsgewinn.

2. Bei Wasserständen von 30 cm bis 100 cm am … Basel:

Während dieses Zeitraumes ist die verfügbare W… menge durch den Querschnitt des Oberwasserkanal… grenzt.

Der Gewinn an Leistung durch den Umbau erhöht… in diesem Zeitraum auf 690 kW.

3. Bei Wasserständen von mehr als 1 m am Pegel …

Der Mehrgewinn an Leistung kommt erst bei … ständen von mehr als 1 m am Pegel Basel zu voller Ge… In Abb. 6 sind die verfügbaren Gefälle und die Mehrle… gen bei den verschiedenen Gefällhöhen zeichnerisch … tragen, und zwar als Häufigkeitswerte nach Anzahl … im Jahr im Durchschnitt einer zehnjährigen Beobacht… zeit. Der Inhalt der Fläche stellt den jährlichen G… an kW-Tagen für jede Maschineneinheit dar. Daraus … sich, daß mit einer umgebauten Turbine 131 135 kW… im Jahr oder bei täglich 24stündigem Betrieb entspre… einer völligen Ausnutzung der theoretisch möglichen … leistung 3,147 Mill. kWh und bei ⅘ Ausnutzung 2,51… lionen kWh gewonnen werden können.

Gegenüber einer der ganz alten Turbinen mit … Wirkungsgrad von 67 vH, wie sie ursprünglich vorh… waren, ergibt sich auf gleicher Grundlage eine jäh… Mehrleistung von 161 060 kW-Tagen oder von 3,866 Mill… bei voller Ausnutzung.

Die Lieferfirma gewährleistete für die neue Tu… bei 5,2 m Gefäll eine Leistung von 2100 PS, sowie fol… Wirkungsgrade mit der üblichen Toleranz von 2 vH:

bei $^8/_8$ Last: 84 vH
„ $^7/_8$ „ 83 „
„ $^6/_8$ „ 77 „

Zahlentafel 1. Abnahme-Vers…

Versuch Nr.	Tag	Uhr	Servomotor Hub mm	Oberwasserspiegel m	Unterwasserspiegel m	Nettogefälle H m	Stromerzeuger-Leistung kW	Wirkungsgrad des Stromerzeugers vH	Leistung an der Turbinenwelle PS	Wassermenge Q m³/s	Br… Le… QH…
1	21. Oktober 1926	10^{00} bis 10^{08}	111	270,968	265,368	5,600	36	46	106,4	—	
2	„	10^{14} „ 10^{22}	191	270,877	265,388	5,489	803	92,65	1178,7	—	
3	„	10^{26} „ 10^{34}	271	270,789	265,507	5,282	1382	95,1	1976,4	—	
4	„	10^{38} „ 10^{46}	347	270,720	265,622	5,098	1530	95,35	2182,0	—	
5	„	10^{48} „ 10^{56}	381	270,703	265,596	5,107	1522	95,35	2170,6	—	
6	„	11^{00} „ 11^{08}	310	270,764	265,521	5,243	1525	95,35	2174,9	—	
7	„	11^{10} „ 11^{18}	234	270,846	265,406	5,440	1170	94,55	1683	—	
8	„	11^{20} „ 11^{28}	154	270,925	265,336	5,589	454	88,5	697,7	—	
9	„	13^{40} „ 14^{04}	194	270,821	265,433	5,388	792	92,55	1163,8	24,31	[illegible]
10	„	14^{22} „ 14^{50}	210	270,795	265,444	5,351	960	93,65	1394,1	—	
11	„	15^{20} „ 15^{44}	210,5	270,791	265,474	5,317	948	93,6	1377,4	26,69	[illegible]
12	„	16^{30} „ 16^{54}	244	270,739	265,517	5,222	1177	94,55	1693	30,57	[illegible]
13	„	17^{10} „ 17^{34}	266	270,764	265,493	5,271	1348	95,05	1928,8	32,57	[illegible]
14	22. Oktober 1926	14^{04} „ 14^{28}	108	270,857	265,573	5,284	0	0	19	13,31	[illegible]
15	„	14^{48} „ 15^{08}	304	270,658	265,719	4,939	1400	95,15	2001	34,74	[illegible]
16	„	15^{22} „ 15^{44}	343	270,634	265,715	4,919	1440	95,2	2057,1	36,31	[illegible]
17	„	16^{18} „ 16^{38}	381	270,598	265,792	4,806	1420	95,2	2028,6	37,91	[illegible]
18	„	16^{54} „ 17^{16}	153	270,778	265,647	5,131	329	84	532,7	18,33	[illegible]

Abb. 7

Abnahmeversuche beim Umbau der Turbine 7 im Kraftwerk Rheinfelden

Linie 1 gemessene Leistung
„ 2 gemessene Wassermenge
„ 3 erreichter Wirkungsgrad bei den verschiedenen Öffnungen des Leitrades, ausgedrückt in entsprechendem Hub des Servomotors

Abb. 8

Linie 1 gewährleisteter Wirkungsgrad
„ 2 erreichter Wirkungsgrad bei den vorhandenen ungünstigen Einbauverhältnissen (offene Wasserkammer und kurzes Saugrohr nach s_1, Abb. 3 und 4)
„ 3 Austrittsverlust bei der vorhandenen Ausführung des Saugrohrs nach s_1, Abb. 3 und 4
„ 4 erreichbarer Wirkungsgrad bei Ausführung eines Spiralgehäuses nach g und des Saugrohres nach s_2, Abb. 3 und 4
„ 5 erreichbarer Austrittsverlust bei einer Ausführung des Saugrohres nach s_2, Abb. 3 und 4

Die Wassermessungen für die Abnahmeversuche, die ...nieur Bitterli, Rheinfelden, mit einer neuen ...tschreibenden Meßeinrichtung, von A. Ott, Kempten, ge...t, ausführte — wobei jeweils in einer Senkrechten ...örtlichen Verhältnissen entsprechend gleichzeitig ...12 Flügeln die Geschwindigkeiten gemessen wurden — ...ben im Zusammenhang mit den Leistungsmessungen am ...nerzeuger die in Zahlentafel 1 angegebenen Werte.

Diese Ergebnisse sind in den Schaulinien Abb. 7 und 8 ...nmengestellt.

Im Schaubild, Abb. 8, sind auch die Wirkungsgrade und ...rittsverluste für eine ohne Rücksicht auf die bestehen...örtlichen Verhältnisse errichtete neue Anlage einge...en.

Die vorstehenden Versuchsergebnisse haben gezeigt, daß ...gewährleisteten Wirkungsgrade und Leistungen über...itten sind.

...is 22. Oktober 1926

...inen-...ungs-...ad ...H	Turbinen-leistung für $H = 5{,}20$ m PS	Wassermenge für $H = 5{,}20$ m m³/s	Austrittsgeschwindigkeit am Saugrohr m/s	Austrittsverlust $v^2/2g$ m	Austrittsverlust $\frac{v^2/2g}{5{,}200}\,100$ vH
–	95,2	—	—	—	—
–	1086,9	—	—	—	—
–	1930,5	—	—	—	—
–	2247,8	—	—	—	—
–	2230,2	—	—	—	—
–	2148,2	—	—	—	—
–	1572,8	—	—	—	—
–	626,1	—	—	—	—
64	1103,4	23,882	1,128	0,0648	1,25
–	1335,5	—	—	—	—
8	1332,2	26,394	1,248	0,0794	1,53
54	1681,9	30,506	1,442	0,106	2,04
26	1890	32,351	1,53	0,1193	2,3
03	18,55	13,204	0,624	0,0199	0,38
47	2161,7	35,644	1,685	0,1447	2,78
38	2235,8	37,333	1,765	0,1588	3,05
51	2283	39,433	1,865	0,1772	3,41
53	543,5	18,453	0,872	0,0388	0,75

Die Wirtschaftlichkeit des Umbaues läßt sich an Hand der folgenden Angaben beurteilen:

Es betrugen die Kosten:

Abbruch der alten Anlage und bauliche Änderungen an den Turbinenkammern . . .	41 227 ℳ
Turbinenanlage einschließlich betriebsfertiger Aufstellung	86 346 „
Stromerzeuger einschließlich Aufstellung und Änderung der Schalteinrichtungen und Verbindungsleitungen	144 950 „
demnach Gesamtkosten des Umbaues einer Maschineneinheit	272 523 ℳ

Rechnet man jährlich mit 15 vH der Anlagekosten für Verzinsung, Tilgung und Unterhaltung der Anlage, so entspricht dies einer jährlichen Ausgabe von etwa 40 880 ℳ.

Bei völliger Ausnutzung der Mehrleistung würde man rd. 3,1 Mill. kWh gewonnen haben; wenn man diese mit je 1,6 Pfg. bewertet, so ist der Mehrertrag im Jahre rd. 50 000 ℳ. Hierdurch allein wird also der Umbau des Maschinensatzes verzinst und abgeschrieben.

Hätte nicht wie in diesem Falle durch die vertragliche Wasserteilung und die engen Maße des Oberwasserkanals eine starke Beschränkung der Wasserausnützung stattgefunden, so wäre mit der umgebauten Turbinenanlage ein viel größerer Gewinn an elektrischer Arbeit zu erzielen, und zwar dadurch, daß die durch den Umbau gewonnene Mehrleistung desto länger ausgenutzt werden kann, je kleiner die ursprüngliche Ausbaugröße der Turbinenanlage gegenüber der verfügbaren Wasserkraft bemessen war. Dabei wäre als äußerster Grenzfall denkbar, daß bei einer alten Turbinenanlage von nur der Hälfte der ständig verfügbaren Leistung der Wasserkraft die durch Umbau gewonnene Mehrleistung während des ganzen Jahres ausgenutzt werden könnte.

Unter dieser Voraussetzung wäre der höchsterreichbare Gewinn bei einer völligen Ausnutzung der Mehrleistung von 690 kW während des ganzen Jahres 6,044 Mill. kWh.

Bei einem erzielbaren Preis von 1,6 Pfg./kWh hätte man hierbei einen jährlichen Mehrertrag von rd. 96 700 ℳ gegenüber 40 880 ℳ jährlicher Ausgabe erreichen können.

[M 543]

Der Stand der Siebnormung

Im Auftrage des Siebnormenausschusses verfaßt von
Dr.-Ing. Förderreuther, Berlin.

Gründung des Siebnormenausschusses. Die Notwendigkeit der Normung von Drahtgeweben für Prüfsiebe war im Laufe des Jahres 1924 mit zunehmender Entwicklung der Kohlenstaubfeuerung zur Bestimmung der Feinheit von Kohlenstaub, wofür Schlamm- und Spülverfahren mehr oder minder versagten, besonders dringend geworden. Aus diesem Grunde beantragte der Kohlenstaubausschuß des Reichskohlenrats beim Deutschen Normenausschuß die Gründung eines Siebnormenausschusses, die auch am 4. November 1924 beschlossen wurde. Die bisherigen Ergebnisse der Ausschußarbeiten sind hier wiedergegeben.

Maßgebende Größen für Siebe. Als erste Aufgabe wurde die Normung von Geweben für Prüfsiebe in Angriff genommen. Als Werkstoff konnte nur Metalldraht in Frage kommen, da bei Seidengazegeweben genaue Größenbestimmungen des Gewebes unmöglich sind. Aus dem gleichen Grunde wurde als Webart glattes Gewebe mit quadratischer Maschenweite gewählt.

Die wichtigste Größe für ein Siebgewebe ist die Maschenweite. Die verwendete Drahtdicke kann bei Innehaltung derselben Maschenweite nicht ganz ohne, aber doch von nur geringem Einfluß sein. Die in jedem Siebgewebe unvermeidlichen Fehler in der Größe von Maschenweiten, meist als Fehlmaschen bezeichnet, sind jedoch sicher von großer Bedeutung. Die Maschenzahl als solche, bezogen auf lineare Ausdehnung oder Fläche, läßt kein Urteil über die Größe des durchgehenden Kornes zu; denn die Maschenzahl kann in beiden Fällen, Fläche oder Länge, auch eingehalten werden, wenn dickerer oder dünnerer Draht benutzt wird, und ferner auch, wenn ein Teil der Maschenweiten kleiner, der andre dafür um so größer ist.

Siebbezeichnung. Da bisher Siebgewebe allgemein nach Maschenzahl auf 1 cm² bezeichnet und angeboten wurden und diese Benennung weitestgehend eingeführt war, wurde beschlossen, die sich aus den festgelegten Größen ergebende Maschenzahl auf dem Normblatt mit aufzuführen. In Amerika, das gerade auf diesem Gebiete manche bahnbrechende Vorarbeit geleistet hat, werden die Siebgewebe außerdem auch noch mit Nummern bezeichnet. Diese Nummern der amerikanischen Normung geben einen ungefähren Anhaltspunkt, wieviel Maschen auf 1 Zoll lineare Länge entfallen. Statt des Zollängenmaßes wird nach den Beratungen im Deutschen Normenausschuß das metrische Maß zugrundegelegt werden, und diese Bezeichnungsweise nach Nummern, bezogen auf 1 cm lineare Länge, wurde für Prüfsiebe ebenfalls übernommen.

Im übrigen jedoch fußt die ganze Normung der Drahtgewebe für Prüfsiebe auf der Festlegung der Größen für Maschenweite und Drahtdicke, woraus sich die übrigen Größen, Gewebenummer, Maschenzahl auf 1 cm², Lichtquerschnitt usw. von selbst ergeben. Auf die Einführung weiterer Begriffe, wie Freimaschenzahl, wurde verzichtet.

Aufbau der Normenreihe für Siebgewebe. Der Siebnormenausschuß stand vor der Aufgabe, zwischen zwei Arten des Aufbaues der Normenreihe zu wählen. Die eine Art, auf der auch die amerikanische Normung fußt, beruht auf einer genauen mathematischen Abstufung der einzelnen Maschenweiten der aufeinanderfolgenden Siebe; z. B. wird in Amerika von 1 mm Maschenweite ausgegangen und die Maschenweite jedes nächstfolgenden Siebes durch Vervielfachung oder Teilung mit dem Faktor $\sqrt[4]{2}$ berechnet. Wenn man dabei nicht so fein abstufen und nur jedes zweite Sieb benutzen will, so nimmt man als Abstufungsfaktor $\sqrt{2}$ oder bei jedem vierten Sieb den Faktor 2. Da nun die Zahl $\sqrt{2}$ keineswegs eine ganze, runde Zahl ist, müssen auch die damit berechneten Maschenweiten Zahlen mit einer Reihe von Dezimalstellen werden. Dasselbe gilt natürlich auch von den Drahtdicken, wobei sich dann Maße ergeben, die nicht handelsüblich sind.

Ein zweiter deutscher Vorschlag von Barthelmeß, Neuß a. Rh., ging dahin, diese mathematische Abstufung in der Maschenweite fallen zu lassen und statt dessen einen gleichbleibenden Lichtquerschnitt, d. h. ein gleichbleibendes Verhältnis zwischen Gesamtsiebfläche und der Summe der freien Flächen aller Maschen beizubehalten, wobei sich gleichzeitig ein bestimmtes Verhältnis von Maschenweite zu Drahtdicke ergibt. Der von Barthelmeß ausgearbeitete Vorschlag ergibt unter Beibehaltung eines Lichtquerschnittes von 36 vH sehr einfache Beziehungen der einzelnen Größen zueinander und liefert gleichzeitig Werte mit verhältnismäßig runden Zahlen. Die von ihm vorgeschlagene Normenreihe für Prüfsiebe wurde von den Nummern 4 bis herab zu den feinsten ziemlich unverändert angenommen. Sie umfaßt Prüfsiebgewebe von 1,5 mm bis h zu 0,06 mm Maschenweite und ist auf dem Norm DIN 1171 niedergelegt.

In dieser Reihe gelten folgende Beziehungen:

m = Siebnummer = Maschenanzahl auf 1 cm Länge =

M = Maschenanzahl auf 1 cm² $= m^2$

$$l = \text{lichte Maschenweite} = \sqrt{\frac{L}{M}} = \frac{6}{\sqrt{M}} = \frac{6}{m}$$

L = Lichtquerschnitt = 36 vH

$$d = \text{Drahtdicke} = {}^2/_3 \frac{\sqrt{L}}{M} = \frac{4}{\sqrt{M}} = \frac{4}{m}\,.$$

Drahtdicke zu Maschenweite verhalten sich also wie

Die Abhängigkeit der Werte untereinander ermög es also, wenn man außer dem Lichtquerschnitt (36 vH) eine Größe, z. B. die Siebnummer, als bekannt voraus alle übrigen Abmessungen, die für das Siebgewebe be mend sind, leicht zu berechnen. Die sich aus diesen fachen Beziehungen der einzelnen Größen zueinander aus den sich ergebenden glatten Zahlen und handelsübl Abmessungen bietenden Vorteile überwiegen nach An des Siebnormenausschusses die sehr theoretische Bedeu der mathematischen Zahlenreihe der einzelnen Mas weiten, wie sie in Amerika festgelegt sind.

Nur bei den gröbsten drei Sieben Nr. 1 bis 3 des schlages Barthelmeß ergab sich bei der gewählten rechnungsweise eine verhältnismäßig zu große Drahtd Sie wurden daher in das Normblatt DIN 1171 nicht a nommen. Für diese Siebgrößen sollen Blechsiebe mi stanzten runden Löchern oder Maschensiebe aus F drähten benutzt werden. Versuche zur Erprobung d Siebarten laufen, sind aber noch nicht abgeschlossen. Normung eines feineren Siebes als Nr. 100 wurde eben vorläufig außer Betracht gelassen, da für so feine S gewebe noch Herstellungsschwierigkeiten bestehen.

Im übrigen ist die deutsche Normenreihe so abge daß auch bei Inanspruchnahme der zulässigen Dur schnittsabweichungen die Größen der Mas weiten aufeinanderfolgender Siebe einander nicht mehr decken können, im Gegensatz zur amerikanischen Norm wo dies bei den feineren Sieben bedauerlicherweise der ist. Das Siebergebnis wird dadurch wesentlich beeinflußt bei feineren Drahtgeweben die Herstellungsgenauigkeit nicht das erwünschte Maß erreicht hat, mußte von Ausschließung einer solchen Überdeckung bei Inansp nahme der zulässigen Größtabweichung vorerst stand genommen werden.

Zulässige Abweichungen (DIN 1171). die Drahtdicken wurden Abweichungen zugelassen, die b Berechnung des Durchschnittswertes bei dem feinsten 5 vH und bei den gröberen Sieben 3 vH Abweichung gegen dem Sollwert ergeben. In einer zweiten Spalte sind Gr angegeben, bis zu denen einzelne Drähte Abweichungen weisen dürfen. Der Mittelwert könnte ja trotz Vorha seins einer Anzahl von dickeren Drähten wieder durch wendung einer entsprechenden Anzahl dünnerer Dräht die vorgeschriebene Größe gebracht werden. Daher schien eine solche Vorschrift mit der Festlegung, wi überhaupt ein Draht in seiner Größe abweichen darf, in hir von Bedeutung. Um jedoch auch hier das Vorkor solcher Abweichungen möglichst einzuschränken, w außerdem auch die Häufigkeit von Einzelfehlern in Drahtdicke noch dadurch beschränkt, daß die Häufi der Größtabweichungen auf 6 vH begrenzt wurde.

Derselbe Gedankengang lag auch bei der Festle der zulässigen Abweichungen für die lichten Maschenw zugrunde. Auch hier wurde ein Durchschnittswert für d lässigen Abweichungen festgelegt, um den die li Maschenweiten von dem Sollwert der Zahlentafel abwe dürfen. Dieser Durchschnittswert ergibt sich, wenn ma wohl in der Kette als im Schuß eines Gewebes, sei es au ganze Erstreckung des Siebgewebes oder eine besti Länge, sämtliche lichten linearen Maschenweiten au und beidemal die Summe der Längen dieser Maschenw durch die Zahl der gemessenen Maschenweiten teilt; die Maschen sollen quadratisch sein.

Die vorgeschriebene Durchschnittsgröße der li Maschenweiten kann auch erreicht werden, wenn der untersuchten Anzahl von Maschenweiten ein Tei Maschen zu groß und andre dafür um so kleiner a fallen sind. Anderseits aber haben eingehende Untersu gen von Rammler, Freiberg, und dem Verf gezeigt, daß gerade Fehler in der Größe der Maschenw die größten Fehlerquellen eines Siebergebnisses sind daß vor allen Dingen schon eine geringe Anzahl vo sonders großen Fehlmaschen ein Siebergebnis stark b trächtigen oder überhaupt wertlos machen kann.

die Fehlmaschen als sogenannte Gassen im Sieb- auf, die fast immer in der Kette liegen und sich las ganze Gewebe hindurchziehen. Es war daher lich, vor allem die großen einzelnen Fehlmaschen erzen. Bei den Amerikanern sind bei den feinsten noch Einzelfehlmaschen zulässig mit einer Ab- ıg bis zu 60 vH, und die Häufigkeit ihres Vorkom- t nicht einmal beschränkt.

s Abb. 1 läßt sich ersehen, daß bei Inanspruchnahme zulässigen Fehlermöglichkeiten für die Maschen- wie bei der amerikanischen Siebnormung im Be- er feinsten Siebe zwischen zwei aufeinanderfolgenden reben kaum mehr ein Unterschied besteht, daß es leicht möglich ist, daß das nächstfeinere Sieb Maschen hat, als das vorhergehende. Damit ist is in Amerika übliche Verfahren erklärt, Siebe durch chsiebung zu eichen. Es mag ja vielleicht auch bei merikanern für die so reichlich bemessene Grenze ılässigen Abweichungen noch ein weiterer Grund prochen haben, der darin liegt, daß auf diese Weise lich die dort bestehenden verschiedenen Normensieb- unter einen Hut gebracht werden sollen.

deutschen Siebnormenausschuß schienen sowohl erbrauchern als auch den Herstellern diese zu- n Fehlermöglichkeiten zu groß. Bei den Siebge- Nr. 4 bis 6 wurden daher als äußerste Grenze einer gen Abweichung 10 vH und bei den feinsten Sieben vom Sollwert der Normenreihe festgelegt. Die keit der Inanspruchnahme dieser zulässigen Größt- hungen wurde nach den Untersuchungen Rammlers s Verfassers über den Einfluß von Siebgewebefehlern Siebergebnis auf 6 vH beschränkt, weil der heutige der Herstellungstechnik wohl eine laufende Ein- kung der Anzahl der vorkommenden Größtabwei- n, aber nicht die Verminderung der Größtabweichun- lbst gestattet. Der diesbezüglich von Verbraucherseite rebte Zustand ist erst erreicht, wenn die Herstellmög- iten so weit vervollkommnet sind, daß die unteren verte des jetzt noch nötigen Bereiches für die bweichungen selbst als „größte Abweichung" können. In diesem Falle würde sich die Fest- g der oben erwähnten „zulässigen Anzahl" Größtabweichungen erübrigen. Bei der Prüfung eweben, die sich unmöglich auf die Ausmessung her im Siebgewebe vorhandenen Maschen er- n kann, hat sich die Übung herausgebildet, nur irklich großen Fehlmaschen zu prüfen, ob sie die zulässige Größtabweichung überschreiten. Die inen Maschen sind für das Siebergebnis als solches r von Bedeutung; sie werden bei der Prüfung eines webes, außer bei der Festlegung des Mittelwertes der Maschenweiten, nicht weiter berücksichtigt.

n dem Prüfenden bestimmte Anhaltspunkte zu geben, elche Größtabweichung sich die Prüfung erstrecken ıf welchen Bereich die zulässige Anzahl der Größt- hungen bezogen werden soll, ist im Normblatt Bereich zahlenmäßig in Hundertteilen des Sollwertes hten Maschenweiten angegeben. Praktisch werden also r Prüfung der lichten Maschenweiten eines Sieb- es nach der Ermittlung ihres Mittelwertes die zu Maschenweiten aufgesucht und ausgemessen, und wird zunächst festgestellt, ob sich in dem Gewebe n befinden, die das Höchstmaß an Abweichung über- en, und ferner, ob die Anzahl der noch in den Be- der größten zulässigen Abweichungen fallenden nweiten die Angabe auf Normblatt DIN 1171, also nicht überschreitet. Von dem Ergebnis dieser Prüfung abhängig, ob ein Sieb als normgemäß oder nicht emäß bezeichnet werden darf.

rüfung der Siebe und Siebgewebe. Als elle hat sich der Siebnormenausschuß auf das Staat- Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, Abteilung für werbe, geeinigt, da dieses Amt im besondern für die webeprüfungen eigene Einrichtungen angeschafft hat, genaues und dabei doch verhältnismäßig rasches auch der feinsten Siebe gestatten. Bei solchen Prü- muß natürlich unterschieden werden zwischen Unter- gen an Siebgeweben, die bereits auf einem Rahmen pannt sind und als Einzelprüfung bezeichnet , und zwischen Prüfungen von Siebgeweben, die noch ößeres Stück aus dem Webtuch oder gar als Rolle mit ollter Webtuch zur Prüfung eingeliefert werden enprüfung). Während es bei der Einzelprüfung ne Entscheidung gibt, ob normgemäß oder nicht, kann Rollenprüfung das Gewebe noch als normgemäß be- t werden unter der Bedingung, daß z. B. ein fehler- Teil des Gewebes herausgeschnitten und nicht ver- wird. Die Prüfkosten für Einzelprüfungen betragen

zulässige Maße der Maschenweite in 0,001 mm
Sollmaschenweite in 0,001 mm
RZ 679 Z 1

Abb. 1
Vergleich der deutschen und der amerikanischen Siebnormung für das Gebiet der feineren Prüfsiebe
× deutsche Werte ○ amerikanische Werte

zur Zeit bei den Sieben der Normenreihe DIN 1171 je nach der Feinheit 20 bis 30 *M*. Für Siebtuche wird eine Grundgebühr wie für Einzelprüfungen und dazu ein weiterer Aufschlag von je 2 *M* für die ersten 10 m und von je 1 *M* für jedes weitere Meter erhoben.

Die weiteren Aufgaben des Siebnormenausschusses werden nun dahin gehen, auch für gröbere Siebe als 1,5 mm Maschenweite Bestimmungen festzulegen. Für größere Maschenweiten sollen, wie erwähnt, nicht mehr Drahtgewebe, sondern gelochte Bleche benutzt werden, die sich bei dem größeren Lochdurchmesser nicht allzu schwer einwandfrei herstellen lassen und dann in ihrer Maschenweite praktisch unveränderlich sind, während bei den gröberen Geweben, bei denen das Verhältnis von Drahtdicke zu Maschenweite ständig sinken muß, um die Gewebe nicht allzu schwer zu machen, die Verschiebung einzelner Drähte und damit die Veränderung der Maschenweite beim Gebrauch nicht unberücksichtigt bleiben darf. Bisher herrscht keine Klarheit darüber, ob für solche gelochten Bleche quadratische, kreisrunde oder rechteckige Löcher zu wählen sind; Untersuchungen über die Wirkung der Lochform auf das Siebergebnis sind im Gange.

Als weitere Aufgabe kommt dann noch die Normung der Gebrauchsiebe in Betracht. Es muß nämlich unterschieden werden zwischen Prüfsieben, die von einem vorhandenen Gut eine genaue Kennzeichnung der Kornzusammensetzung geben sollen, und zwischen Siebgeweben, die benutzt werden, um ein Korn von einer bestimmten mittleren Feinheit auszusieben. Im letzteren Falle wird sich eine feinere Abstufung der Siebgewebe als notwendig erweisen, während im ersteren Fall eine Zwischenschaltung von Siebgeweben durch die dann eintretende Überschneidung der Maschenweiten, s. Abb. 1, nur Scheinergebnisse haben würde. Gebrauchsiebgewebe sollen jedenfalls dieselbe Richtnummer bekommen, die das entsprechende Prüfsiebgewebe trägt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die wichtigste und grundlegende Arbeit durch die Festlegung des Normblattes DIN 1171 geleistet ist. [M 679]

RUNDSCHAU

Wissenschaftliche Tagungen

Die 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Kiel

Die Jahresversammlung des VDE fand vom 30. Juni bis 3. Juli statt und war von etwa 1200 Fachgenossen aus allen Teilen Deutschlands und dem Ausland besucht. Die Vormittage waren Vorträgen von allgemein wichtigem Inhalt gewidmet, die im Stadttheater stattfanden; an den Nachmittagen wurden Fachsitzungen in der Universität abgehalten, in denen über Neuerungen auf den verschiedenen Teilgebieten der Elektrotechnik berichtet wurde. Außerdem waren durch den Ortsausschuß für die Nachmittage technische Besichtigungen vorbereitet, die sich eines regen Zuspruchs erfreuten. Über die geselligen Veranstaltungen sei nur erwähnt, daß der Ortsausschuß sich in dankenswertester Weise bemüht hatte, den Besuchern ein abwechslungsreiches Programm zu bieten, und daß die Bemühungen mit vollem Erfolg gekrönt waren.

Der Vormittag des 1. Juli brachte zunächst die

Eröffnungsansprache des Vorsitzenden,

Ministerialdirektor Geh. Oberpostrat Dr.-Ing. E. h. Craemer. Nach einleitenden Worten, die der Begrüßung der Anwesenden sowie dem Gedenken der im vergangenen Jahre Verstorbenen dienten, gab Dr. Craemer zunächst einen Überblick über die Änderungen in der wirtschaftlichen Lage der elektrotechnischen Industrie, die seit der vorhergehenden Jahresversammlung eingetreten sind. Obwohl eine merkbare Besserung der Konjunktur in vielen Zweigen der Industrie zu verzeichnen ist und auch auf konstruktivem Gebiet große Fortschritte gemacht sind, darf man sich doch keinem allzu großen Optimismus in der Beurteilung der für die nächste Zukunft zu erwartenden Entwicklung hingeben. Denn der Aufschwung ist keineswegs in allen Industrien vorhanden und, wo er vorherrscht, durchaus nicht überall gleichmäßig stark. Wir dürfen nicht vergessen, daß unsre Lage nach zwei Richtungen hin zu den schwersten Bedenken zwingt. Einmal ist unsre Ausfuhr durch die hohen Auslandzölle in unerträglichem Maß erschwert, und auch die bisher abgeschlossenen Handelsverträge haben uns gerade auf dem Gebiete der Elektrotechnik wenig Vorteile gebracht; anderseits gibt die ungeheure Belastung der Industrie durch Steuern und Abgaben Veranlassung zu ernster Besorgnis. Auch die Ergebnisse der Weltwirtschaftskonferenz werden von vielen Seiten als belanglos bezeichnet; demgegenüber ist jedoch zu sagen: Angestrengte geistige Arbeit hervorragender Männer hat noch immer zur Förderung der Menschheit beigetragen, und so wird gewiß auch diese Veranstaltung nicht ohne Segen für das allgemeine und damit auch für das deutsche Wirtschaftsleben bleiben.

Dann kam der Vortragende auf die wissenschaftlich-technischen Forschungsergebnisse zu sprechen, zunächst auf dem Gebiete der elektrischen Wellen (neue Lautsprecher, Unterwasser-Schallübertragung, Anwendung ultravioletter Strahlen u. a. m.). Auf dem Gebiete der Fernmeldetechnik sind Fortschritte hauptsächlich in der Entwicklung der Fernkabelnetze und des Selbstanschlußbetriebes in den Fernsprechnetzen zu verzeichnen. Das deutsche Fernkabelnetz wurde durch eine Reihe wichtiger Anschlußstrecken an nachbarstaatliche Netze erweitert; auch die Verlegung der modernsten zur Zeit bestehenden Seekabelverbindung Deutschland – Dänemark fällt in das letzte Jahr. Große Fortschritte wurden in der Konstruktion der Seekabel sowie bei Landkabelstrecken durch den Einbau von Verstärkern und Echosperren erzielt.

In der Telegraphie wurde die Tonfrequenztelegraphie weiter entwickelt und die Zahl der gleichzeitig über dieselbe Leitung geleiteten Telegramme von 6 auf 12 erhöht; ferner wurde eine Schaltung für Unterlagerungstelegraphie entwickelt, die den neuzeitlichen Anforderungen an Betriebsicherheit entspricht. In der Verwendung der Elektrizität im Eisenbahnsicherungswesen sind ebenfalls Fortschritte gemacht worden. Der Vortragende wies dann ausführlich auf die zahlreichen Neuerungen hin, die die Entwicklung der Funktechnik im Laufe des Jahres gebracht hat.

Auf dem Gebiete des Starkstroms sind es vor allem wärmewirtschaftliche Fragen, Fragen des Verhaltens der Werkstoffe, besonders bei hohen Drücken und Temperaturen, sowie Aufgaben der Kraftspeicherung, an deren Lösung gearbeitet wurde. Sehr deutlich zeigt sich der Zug zum Heraustreten aus dem engen Kreise der reinen Eigenwirtschaft und zum Verketten von Erzeugungsstätten auf der Grundlage der Kohle; so entwickeln sich Braun Brikettwerke zu Elektrizitätswerken, Zechen zu che Fabriken und Gaswerken für Fernversorgung, und di kraftwerke schließen sich an die Landversorgungsn Der Austausch der in Süddeutschland zur Verfügu henden Wasserkraft gegen die in Nordwestdeutschl zeugte Energie ist durch Fertigstellung der 200 km 380 kV-Leitung vom Goldenbergwerk nach Rheinau g gefördert worden. Durch den Bau dieser Leitung Deutschland im Leitungsbau mit an die erste Stelle

In der Kabeltechnik ist es gelungen, die Durch festigkeit bedeutend zu steigern; 30 kV- und 60 kV sind bereits verlegt, und die Herstellung von 100 kV steht in allernächster Zeit in Aussicht. Im Elektro nenbau standen wiederum die großen Stromerzeuger dergrund des Interesses, ebenso die großen Blindle maschinen und Umformer für Netzkupplung. Die elek Zugförderung auf der Deutschen Reichsbahn nahm planmäßigen Fortgang.

Die Fortschritte der Elektrotechnik auf dem der Industrieanlagen sind gekennzeichnet u. a. du Aufstellung der seinerzeit größten deutschen Turm anlage auf der Zeche Minister Stein, durch Neuerun Antrieb von Papiermaschinen, durch weitere Verb von Elektroschmelzöfen und elektrischen Brennöfe

Die Landwirtschaft steht noch immer unter dem der Geldknappheit und ist mit Bestellungen sehr haltend. Die Entwicklung der für die Landwirtscha sonders geeigneten Kurzschlußmotoren mit Anlaßr scheibe hat gute Fortschritte gemacht. Der Ersat Schmelzsicherungen durch selbsttätige Sockel- und S schalter hat sich mehr und mehr durchgeführt. A Verwendung des Elektro-Futterdämpfers und des schen Heißwasserspeichers findet wachsende Bea Bedeutsam ist die Schaffung der „Arbeitsgemeinsch Überwachung der Starkstromanlagen auf dem Lan der der Verband in Verbindung mit andern Körpers mitarbeitet. Für die Verwendung im Haushalt sin Anzahl neuer Geräte sowie von Vorrichtungen, d bedeutende Stromersparnis sowie Steigerung der sicherheit mit sich bringen, herausgebracht worden.

Zum Schluß sprach der Vortragende die Überz aus, daß auch das kommende Jahr weitere bedeutun technische Fortschritte bringen wird.

An die Ausführungen von Ministerialdirektor C schloß sich der Hauptvortrag dieses Tages an, den sekretär Dr.-Ing. E. h. Feyerabend, Berlin, üb Thema

50 Jahre Fernsprecher in Deutschland

hielt. Ausgehend von dem Hinweis auf die Einführu Fernsprechers in Deutschland durch den Generalpost Stephan, seit der im November dieses Jahres 50 Ja gangen sind, betonte der Vortragende zunächst den schied zwischen der Erfindung des Fernsprechers u Schaffung des Fernsprechwesens. Die Erfindung des sprechers wird in dem größten Teil der Welt dem kaner Graham Bell zugeschrieben, doch ist di schichtlich nicht richtig. Denn der erste, der die A gelöst hat, die Sprache mit Hilfe elektrischer Strö die Ferne zu übertragen, war der deutsche Lehrer Ph Reis, der im Jahre 1860, also 16 Jahre vor Bell Apparat anfertigte, mit dem dieses Ziel erreicht kann. Diese bedeutsame Erfindung fand jedoch we achtung; sie kam, wie der englische Physiker S P. Thompson gesagt hat, zu früh auf die Welt. D streitbare Verdienst Bells ist es, dem Fernsprech klassisch einfache Form gegeben zu haben, die sich den heutigen Tag erhalten hat, und so seine pra Verwendung ermöglicht zu haben. Deswegen muß m wenn auch nicht als den Erfinder des Fernsprech doch als den Schöpfer des Fernsprechwesens ansehe

An der Hand von genauen, von der Firma Sien Halske angefertigten Nachbildungen der Reisschen O apparate zeigte der Vortragende, daß die Übertragu Sprache mit diesem Gerät durchaus möglich ist, was zeit in den Prozessen um die Bell-Patente von dem kanischen obersten Richter bestritten wurde. Bei Vorführung war die Wirkung der Reisschen Geräte die heute verfügbaren Verstärker und Lautsprecher stärkt, daß die in einem der Garderobenräume Empfänger gesprochenen Worte im ganzen Zuschau deutlich hörbar waren. Damit war der Beweis f Eignung des Reisschen Apparates zur Übertragung sprochenen Wortes erbracht.

weiteren Verlauf seiner Ausführungen gab der Vor-
:e eine Übersicht über die Entwicklung des Mikro-
an der Hughes, Edison und Berliner führend be-
waren, und des Bellschen Fernsprechers, unter be-
r Berücksichtigung der Entwicklung im Rahmen
itschen Fernsprechwesens. Die Entwicklung
'ernsprechwesens in Deutschland ging an-
ehr langsam vor sich, da sich das Publikum zuerst
nd verhielt. Im Betriebe der Reichspost wurden
ald eine große Anzahl von Fernsprechern zur Ver-
g entlegener Orte mit dem Reichstelegraphennetz be-
loch dauerte es bis zum Jahre 1881, ehe sich, dank
mühungen Stephans und Rathenaus, eine größere An-
on privaten Teilnehmern entschloß, sich des Fern-
rs zu bedienen. Von da an ging die Entwicklung
rnsprechwesens in Deutschland mit raschen Schritten
ts.

eser Bericht muß sich darauf beschränken, von den
en, sehr anregenden Ausführungen von Dr. Feyer-
nur kurz das Hauptsächlichste zu erwähnen. Sie
ten die Entwicklung der Umschalteinrichtungen, der
lbatterieanordnung und des Selbstanschlußbetriebes.
Einführung des Selbstanschlusses, der, ame-
schen Ursprunges, von Siemens & Halske weiter aus-
t ist, steht Deutschland an der Spitze aller europä-
Länder und übertrifft auch, was das Verhältnis zur
tzahl der Anschlüsse betrifft, die Vereinigten Staaten.
itschland sind rd. 400 000 Teilnehmer, d. s. 25 vH, an
nschlußämter angeschlossen, in Amerika nur 15 vH.
llständige Umstellung auf den Selbstanschlußbetrieb
m Gebiete der Deutschen Reichspost voraussichtlich
10 bis 12 Jahre beanspruchen.

inen andern bedeutsamen Fortschritt brachte der Er-
ler oberirdischen Leitungen durch unterirdisch ver-
Kabel. Hierdurch ist die Betriebsicherheit erhöht, das
nbild bedeutend verbessert und die Anlagekosten sind
gert worden. Auf dem Gebiete der Ferntelephonie
ie Verwendung der Pupinspulen und neuerdings der
u von Röhrenverstärkern einen großen Fort-
t gebracht und es möglich gemacht, auf jede Ent-
g in Europa und noch weit darüber hinaus die Sprache
ndfrei zu übertragen. In dem Ausbau des Fernkabel-
steht Deutschland unter den europäischen Staaten
um an führender Stelle. Die Gesamtlänge der deut-
Fernkabel ist seit 1920 von 298 km auf 7000 km im
1926 angewachsen. Den Schluß des Vortrages bil-
statistische Angaben über die Ausbreitung des Fern-
wesens in verschiedenen Ländern und Städten.

uf diesen Vortrag folgte der Bericht des General-
ärs Schirp über die Tätigkeit des Verbandes Deut-
Elektrotechniker seit der letzten Jahresversammlung,
ondere über die der Jahresversammlung vorgelegten
hriften und Normen aus dem Gebiet der Elektrotechnik.
anschließend wurden geschäftliche Angelegenheiten
gt, wie Ersatzwahlen zu Vorstand und Ausschuß[1]).
ber ist zu erwähnen, daß Generaldirektor Max
ne, Dortmund, Mitglied des Vorstandes des Vereines
her Ingenieure, zum Vorsitzenden des VDE gewählt
.

er Vormittag des 2. Juli war der noch nicht voll-
en gelösten Frage der

Spitzendeckung in Großkraftwerken

met. Die Wichtigkeit dieses Problems wurde den Be-
rn schon durch das Modell des Belastungsgebirges der
für 1926 vor Augen geführt, das in der Vorhalle
heaters aufgestellt war. Die Dezemberspitzen zeigen
0 kW (9 h) und 300 000 kW (17 h), wogegen die mitt-
Dezemberbelastung von 6 bis 24 h nur etwa 140 bis
V betrug.

ls erster behandelte dieses Thema der Generaldirektor
ktiebolaget Vaporackumulator, Stockholm, Dr.-Ing.
nes Ruths. Seit den ersten Jahren nach dem Kriege,
hrte der Vortragende aus, in denen die Belastungs-
n der Großkraftwerke künstlich niedergehalten wur-
at sich ein bedeutendes Anwachsen der Spitzen gegen-
der Grundbelastung bemerkbar gemacht. Wenngleich
chnik in der Verbesserung der Wärmewirtschaftlich-
er Betriebsmittel hervorragende Fortschritte gemacht
o sind diese jedoch für die Frage der wirtschaftlichen
ndeckung von gänzlich nebensächlicher Bedeutung. Die
tlichen Hochdruckkessel haben so gut wie gar kein
ervermögen, und die vielstufigen Turbinen sind gegen
ungsschwankungen empfindlich und nicht geeignet,
l in Betrieb genommen zu werden. Es kommt für die
ndeckung nicht darauf an, wirtschaftlich arbeitende,
n billige Betriebsmittel zu schaffen. Denn deren Be-
nutzungsdauer ist so gering — die oberen 50 vH der Höchst-
leistung ergeben einen Energieverbrauch im Jahre, der nur
etwa 3 bis 5 vH der gesamten jährlichen Energieerzeugung
beträgt —, daß der Brennstoffverbrauch für die Spitzen-
deckung gegenüber dem gesamten Brennstoffverbrauch eines
Kraftwerks vernachlässigt werden kann. Die Stromerzeu-
gungskosten während der Spitze werden fast ausschließlich
durch den Kapitaldienst bestimmt, während der Einfluß der
Brennstoffkosten ganz verschwindend ist.

Von diesem Gesichtspunkt aus wurden verschiedene
Wege zur Spitzendeckung betrachtet mit dem Ergebnis, daß
der Ruths-Speicher mit Spitzenturbine bei weitem
das geeignetste Mittel zur Spitzendeckung darstellt[2]). Bei
der Ruths-Speicheranlage wird der überschüssige im Kessel
erzeugte Frischdampf, der nicht zum Betrieb der Grundlast-
turbine gebraucht wird, selbsttätig in den Dampfspeicher
übergeführt, um jederzeit zum Antrieb der an den Speicher
angeschlossenen Spitzenturbine zur Verfügung zu stehen.
Der Ruths-Speicher ermöglich dadurch auch die Füllung
der Täler der Kesselbelastung; während der Zeiten niedriger
Belastung können mehrere Kessel zum Speisen der Speicher
in Betrieb gehalten werden. Die Anlagekosten betragen
120 bis 140 ℳ/kW der zu deckenden Spitzenleistung, d. h.
im allgemeinen nur etwa die Hälfte der Anlagekosten eines
neu zu erbauenden Dampfkraftwerkes.

Schließlich wurde an der Hand von Beispielen aus-
geführter Anlagen die Verwendbarkeit des Ruths-Speichers
erläutert.

Anschließend an diesen Vortrag sprach Prof. Dr.-Ing.
E. h. Ernst Reichel, Charlottenburg, über hydrau-
lische Speicherung. Im Eingang erwähnte der
Vortragende die Tatsache, daß es nur wenige Wasserkraft-
werke gibt, bei denen eine Aufspeicherung der natürlich
zufließenden Wassermengen möglich ist, die also Spitzen-
kraftwerke mit natürlichem Zufluß darstellen; in den mei-
sten Fällen muß man das überschüssige Wasser unausgenutzt
abfließen lassen. Um dann die während der Nachtstunden
überflüssige Energie zu verwenden und dadurch die Grund-
belastung zu erhöhen, kann man mit dem Abfallstrom Pum-
pen antreiben und das Wasser in ein benachbartes hoch-
gelegenes Speicherbecken pumpen, dem es zur Deckung der
Spitzenbelastung wieder entnommen wird[3]). Um die Spei-
cherbecken klein zu halten, wird man nach einem möglichst
großen Gefälle streben, man ist also an bergige Gegenden
gebunden.

Der mechanische Wirkungsgrad der Speicheranlagen
ist gering; er beträgt 40 bis 60 vH. Die Anlagekosten der
zusätzlichen Speicher betragen bei Wasserkraftanlagen mit
natürlichem Zufluß je nach Größe des Beckens und der
örtlichen Verhältnisse etwa 60 bis 240 ℳ/kW. Bei Dampf-
kraftwerken stellen sich die Anlagekosten im allgemeinen
höher; bei dem Plan des Kommunalen Elektrizitäts-Werkes
Mark in Hagen, für das die Errichtung eines hydraulischen
Speicherwerkes auf einem vom Kraftwerk nur 500 m ent-
fernten Hügel geplant wird, rechnet man mit 370 ℳ/kW.
Zum Schluß brachte der Vortragende noch Angaben über
verschiedene im Bau befindliche und geplante hydraulische
Speicheranlagen.

Es folgte ein Vortrag von Reg.-Baumeister a. D. Ber-
delle, Berlin, über den Belastungsausgleich durch elek-
trische Speicherbatterien, die älteste Form der
Energiespeicherung in Kraftwerken. Von den vielen im
Lauf der Zeit aufgestellten Akkumulatorenbatterien ver-
schwand ein großer Teil während des Krieges und der In-
flationszeit, und in den folgenden Jahren fehlten die Mittel
zur Neubeschaffung. Später, als die Notwendigkeit des
Spitzenausgleiches erkannt wurde, griff man in vielen Fällen
auf die Akkumulatoren zurück. Bei richtiger Bemessung
der Batterie stellen sich die Anschaffungskosten auf etwa
365 bezw. 400 ℳ/kW für Gleichstrom- bezw. Drehstrom-
speicherung.

Die Vorzüge der Akkumulatorenspeicherung liegen in
ihrer Einfachheit, hohen Überlastbarkeit, dauernden Be-
triebsbereitschaft, der Möglichkeit, die günstigste Aus-
nutzung der gesamten Erzeugungs- und Verteilanlagen her-
beizuführen, geringen Ausbesserkosten und schließlich noch
in der Unabhängigkeit von örtlichen Verhältnissen, die es
gestattet, die Batterie jeweils am günstigsten Punkte des
Verteilnetzes aufzustellen. An dem Beispiel eines mittleren
Elektrizitätswerkes wurde dargelegt, daß sich durch die
Anlage einer Speicherbatterie gegenüber dem Einbau eines
Spitzen-Dampfkraftwerkes beträchtliche Ersparnisse er-
zielen lassen.

Als letzter sprach Obering. M. Gercke, Augsburg,
über Spitzendeckung mit Großdieselmotoren. Nach-
dem man mit Dieselmotoren mittlerer Leistung als Ma-

[1]) Die Beschlüsse sind in der ETZ Bd. 48 (1927) S. 1089 veröffentlicht.

[2]) s. a. Z. Bd. 66 (1922) S. 509 u. f.

[3]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 1161 u. f.

schinen für Spitzendeckung und augenblickliche Bereitschaft gute Erfahrungen gemacht hatte, entschlossen sich die Hamburgischen Electricitätswerke, A.-G., für ihr Werk Neuhof eine Großdieseldynamo zu verwenden. Dies ist die erste Großdieselanlage zur Spitzendeckung[4]). Sie hat sich bisher vorzüglich bewährt und ist in jeder Beziehung einwandfrei gelaufen. Während der normalen Arbeitzeiten dauert es etwa 4 min nach Empfang des Signals zur Inbetriebsetzung, bis der Maschinensatz an das Netz angeschlossen werden kann. Die Anlagekosten betragen hier einschließlich des Gebäudes und des gesamten Zubehörs etwa 300 ℳ/kW. Bei Verwendung von raschlaufenden kompressorlosen Dieselmotoren erniedrigen sich diese auf rd. 200 ℳ/kW. An einem Beispiel wurden die durch ein Dieselmotoren-Spitzenwerk erzielten Ersparnisse erläutert und gezeigt, daß sich in dem betrachteten Falle die Anlage in etwa 5¼ Jahren voll bezahlt macht. Zum Schluß wurden Richtlinien für den Bau von Dieselanlagen aufgestellt.

An der Aussprache, die sich an den Vortrag anschloß, beteiligten sich Ministerialdirektor Dr. Gleichmann, Berlin, Direktor Peucker der Elektrowerke, Berlin, Oberingenieur Gleichmann, Berlin, Direktor Rehmer der Bewag, Berlin, Direktor Mattersdorf, Hamburg. Die Aussprache ergab, daß die verschiedenen Mittel zur Kraftspeicherung alle zum Ziele führen; doch wird man im Einzelfall genau erwägen müssen, welcher Art der Speicherung der Vorzug zu geben ist, und die Wahl wird je nach den örtlichen und Betriebsverhältnissen und einer Reihe andrer Umstände verschieden ausfallen.

Das Programm der Nachmittagssitzungen war sehr reichhaltig. Es umfaßte die Gebiete der Kraftwerke, Kraftübertragung, Maschinen und Transformatoren, Industrieanlagen, Fernmeldetechnik, Elektrophysik, Installationstechnik. Die Vortragenden berichteten in knapper Form über die neuesten Fortschritte in Industrie und Forschung.

Von den technischen Besichtigungen ist zu sagen, daß sie Gelegenheit boten, verschiedenartige Werke, wie die Deutschen Werke A.-G., Anschütz & Co., Neumühlen, Kraftwerk Wik, Schleusenanlage Holtenau und Funksprucheinrichtung Friedrichsort, Fried. Krupp Germaniawerft, A.-G., und auch einige Kriegsschiffe zu besichtigen.

[N 678] Wgm.

[4]) s. Z. Bd. 70 (1926) S. 818 u. 1409.

Maschinenteile

Bemessung leichter Vorgelegewellen

Man ist in bezug auf konstruktive Durchbildung und Beanspruchung von Lagern, Kupplungen usw. in den letzten 25 Jahren einen großen Schritt vorwärts gekommen, während merkwürdigerweise die Berechnungsunterlagen für Wellen sich in ihrer alten Form bis heute erhalten haben. So kommen z. B. für ein leichtes Vorgelege, sei es nun ein Abtrieb von einer Haupttransmission, ein kleiner Gruppenantrieb oder ein Motorvorgelege, als Unterlagen für die Bemessung der Wellen neben Erfahrungswerten in den meisten Fällen die beiden Tafeln in Betracht, die in jedem technischen Handbuch zu finden sind. Nur in besonderen Fällen, z. B. bei Trieben mit hoher Umlaufzahl oder ungünstiger Lage, wird man auf Biegung und Verdrehung nachrechnen. Diese beiden Tafeln[1]), die schon vor mehr als 25 Jahren aufgestellt sind, galten ursprünglich nur für gewöhnliches Walzeisen und werden heute für Stahlwellen angewandt, obwohl diese gegenüber dem alten Werkstoff etwa 50 vH höhere Festigkeit aufweisen. Allerdings besagt eine Fußnote, daß leichte und kurze Triebwerkwellen wesentlich höher beansprucht werden können, was jedoch meistens, wie die Erfahrung lehrt und die Anlagen zeigen, unterbleibt.

Für die erste Zahlentafel ist eine gleichmäßige Verdrehungsbeanspruchung von $k_d = 120\ \mathrm{kg/cm^2}$ für alle Wellendurchmesser zugrundegelegt, obwohl nach Bach unter Berücksichtigung der Föpplschen Überlegung schon für besten Stahl und richtungwechselnde Belastung für k_d 600 kg/cm² zugelassen ist[2]). Mit Rücksicht auf die freie Wellenlänge zwischen zwei Lagern und der aus Riemen- und Seilzügen sich ergebenden Wellendurchbiegung jedoch wurde die zulässige Verdrehungsbeanspruchung derart niedrig gehalten. Der Wellendurchmesser gemäß der Tafel entspricht der Formel $d = 14{,}4 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$.

Die zweite Tafel ist auf dem Gedanken aufgebaut, daß für lange Transmissionsstränge die Gefahr von Verdrehungsschwingungen besteht — tatsächlich können bei periodischen Kraftschwankungen Unterschiede der Umlaufzahlen von 10, 15 vH und mehr zwischen den beiden S[...] enden auftreten. Diese so zu dämpfen, daß sie sich [...] auswirken können, hat man eine größte zulässige [...] drehung der Welle von ¼° auf 1 m Länge fest[...] Die Werte dieser Tafel entsprechen der Forme[l ...] $12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$. Wie die Überlegung zeigt, nimmt mit [...] werdendem Wellendurchmesser die Verdrehung[...] spruchung ebenfalls ab, derart, daß eine Welle mit [...] Dmr. laut Tafel nur mehr mit $k_d = 43\ \mathrm{kg/cm^2}$ belastet [...] Nachdem nun aber die langen Transmissionsstränge [...] seltener werden, von den Gruppen- und Einzelantrieb[...] weise verdrängt werden und für leichte Vorgelege[...] um die es sich hier handelt, die Tafel von vornherei[n ...] scheidet, tritt daher die Daseinsberechtigung der Tafe[l ...] und mehr in den Hintergrund; denn leichte, kurze W[...] leitungen mit ihren kleinen umlaufenden Massen [...] auch bei hohen Drehzahlen nicht zu Verdrehungss[...] gungen. Die Resonanzschwingungen jedoch können [...] durch kurze Lagerabstände unterbunden werden.

Es sind bereits Arbeiten im Gange, die die bis jetzt [...] tenteils theoretisch erfolgte Behandlung der Welle [...] durch Auswertungen von Dauerversuchen, die von g[...] Bedeutung sind, ergänzen sollen. Ob und wieweit d[...] herigen Ansichten über Biege- und Verdrehung[...] spruchung aufrecht erhalten bleiben können, wird sich [...] nach zeigen. Da jedoch der Zeitpunkt der Veröffentli[...] noch nicht festliegt, sei durch nachstehende Überleg[...] versucht, einen vorläufigen Ausweg zu finden.

Es hat sich erst eine der Triebwerke bauenden deu[...] Firmen entschlossen, in ihren Katalogen Berechnungs[...] lagen anzugeben, die für Stahlwellen zeitgemäß beme[...] Beanspruchungen zulassen. Die Tafel bringt Zahlen, [...] ein Wert für k_d von 315 kg/cm² zugrunde gelegt ist, na[...] Formel $d = 9{,}6 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$.

Zum Vergleich hiermit sei angegeben, wie sich ver[...] dene andre Länder zu der Frage der Wellenberechnung s[...] In Holland hat die Hoofdkommissie voor de Norma[...] in Nederland versucht, die beiden Gedanken des größt[...] lässigen Verdrehungswinkels und der größten zulä[...] Verdrehungsbeanspruchung zu vereinigen in der [...] $d = 11{,}4 \sqrt[3,5]{\frac{N}{n}}$ und damit brauchbare Werte erhalten.

Für sehr leichte und stoßfreie Triebe ohne ne[...] werte Biegungsbeanspruchung können die Werte der [...] bis zu 60 vH überschritten werden. Im ersten Fall [...] eine Welle von 25 mm Dmr. für k_d 80 kg/cm², im z[...] Falle 130 kg/cm² zugelassen.

In Amerika nimmt man auf den Verdrehungs[...] keine Rücksicht, ja, man geht mit der zulässigen [...] drehungsbeanspruchung nach unseren Anschauungen [...] weit. Es gibt drei Tafeln, deren Übertragungswert[...] wie 4 : 6 : 10 verhalten, mit $k_d = 170$, $k_d = 270$ und [...] 420 kg/cm² für schwere und schwerste, normale und [...] Beanspruchungen. Es sei dahingestellt, ob derartig[...] anspruchungen nicht die Lebensdauer der Wellen zu [...] verkürzen; aber anderseits Anlagen zu schaffen, die [...] für die Ewigkeit bestimmt sind, dies jedoch ihrer Sich[...] nach zu sein scheinen, ist unter den heutigen wirt[...] lichen Verhältnissen ein Luxus.

Es ist natürlich nicht gleichgültig, ob eine Wel[...] 200 oder 2000 Uml./min bei gleicher Verdrehungsbea[...] chung läuft; denn im letzten Fall, unter gleichen Be[...] verhältnissen, altert die Welle zehnmal schneller. Hi[...] werden später die im Gange befindlichen Untersuch[...] Auskunft geben.

In Abb. 1 ist die neue deutsche Berechnungsa[...] den alten deutschen sowie amerikanischen und holländ[...] für normale und größte Belastungen verglichen.

Der Maßstab der Ordinate ist zwecks größerer [...] lichkeit unterteilt, für 25 bis 40 mm Wellendurchmes[...] er fünfmal größer als für 40 bis 70 mm Wellendurch[...] Alle Werte gelten für $n = 100$ Uml./min.

Den wirtschaftlichen Vorteil der neuen Berec[...] gegenüber der bisherigen zeigt das folgende Beispiel [...] Vorgelege, 5000 mm lang, in Hängelagern mit 500 mm [...] ladung, soll bei ruhigem Betrieb 22 PS mit 300 U[...] übertragen.

Nach der alten Tafel 2 (zulässiger Verdrehungs[...] ¼°) ergibt sich ein Wellendurchmesser von 65 mm, [...] dieses Maß den DINormen nicht entspricht, auf 70 m[...] ändert wird. Dies macht nicht viel aus, da die g[...] Lagerbauart für diese Bohrungen verwendet wird [...] Lagerentfernung ergibt sich nach der Hütte mit 20[...] 2500 mm, je nach Lage der Scheiben.

[1]) „Hütte“, 25. Aufl., II. Bd. S. 129 u. 130.
[2]) „Hütte“, 25. Aufl., I. Bd. S. 550.

Abb. 1
erschiedene Berechnungsarten leichter Vorgelegewellen normalen und größten Belastungen und $n = 100$ Uml./min

a Werte der deutschen Tafel für gleichbleibenden Verdrehungswinkel $^1/_4{}^\circ$
b Werte der deutschen Tabelle für gleichbleibende Verdrehungsbeanspruchung $k_d = 120$ kg/cm²
c normale holländische Beanspruchungen
d höchste „ „
e normale amerikanische Beanspruchungen
f neue deutsche Tafel
g höchste amerikanische Beanspruchungen.

ıch der neuen Tafel, die $k_d = 315$ kg/cm² zuläßt, findet inen Wellendurchmesser von 40 mm, für diesen ergibt er Lagerabstand mit 1500 bis 1750 mm.

dem einen Fall braucht man also für eine Welle mm Dmr. und 5000 mm Länge 150 kg, für drei Hänge- von 70 mm mit 500 mm Ausladung rd. 140 kg, ins- 290 kg, oder bei einem nach unten abgerundeten messer von 60 mm ergibt sich entsprechend 210 kg nissionen.

emgegenüber braucht man im zweiten Fall für eine von 40 mm Dmr. und 5000 mm Länge 49 kg, für Hängelager dazu von 500 mm Ausladung rd. 61 kg, amt 110 kg Transmissionen.

in nach den althergebrachten Tafeln bemessener leich- ellenstrang kostet rd. 100 vH, mehr als notwendig um die ausreichende Betriebsicherheit zu erhalten. kommt noch die laufende Ersparnis an Energie und bei leichterer Bemessung erzielt wird.

in-Karlshorst [M 531]
Dipl.-Ing. v. Tauffkirchen-Wiedamann.

Energieumformer

winggerät für medizinische Zwecke

er Verwendungszweck des im folgenden beschriebenen s liegt auf medizinisch-hygienischem Gebiet. In ihm a sehr rasch aufeinanderfolgende Stöße (Pulsa-) von regelbarer Stärke durch unmittelbaren Antrieb, hne Übertragung durch Bewegungsmechanismen, her- rufen. Ich hatte an der Technischen Hochschule Char- burg Gelegenheit, die Konstruktion, die von Dr. med. w (Berlin) ausgearbeitet worden ist, auf ihre Wir- weise hin zu untersuchen.

as Gerät, Abb. 2, besteht im wesentlichen aus einem lwandigen Gußstück, oben glockenartig geformt, unten risch, das mit Zu- und Abflußstutzen versehen ist urch eine 3 mm dicke, sehr elastische Gummimembran, ber den oberen Teil gespannt ist, abgedeckt wird. ufußstutzen wird an eine gewöhnliche Druckwasser- g angeschlossen, der andre Zapfen erhält einen 1½ m Schlauch, der das abfließende Wasser aufnimmt und hrt. Das Mundstück enthält in seinem oberen Teil ymmetrisch zur Achse angeordnete Bohrungen *a* von Dmr., die den glockenförmigen Hohlraum des Guß- an seiner höchsten Stelle mit dem Außenraum ver- . Das Druckwasser indessen, das vom Zuflußstutzen Hohlraum gelangt, tritt durch diese Bohrungen ins Freie, sondern wird durch die darüber gespannte an *b* gezwungen, diese zu heben, um über den obersten des Mundstücks bei *c* in den weiten, nach unten rförmig verengten Abflußquerschnitt zu gelangen.

ird das Gerät an eine gewöhnliche Wasserleitung an- ossen, so beginnt die Membran zu schwingen. Er- man die normale, etwa 3 mm dicke Gummimembran dünneren, äußerst dehnbaren Gummi, dessen Bewe- n man dank der größeren Amplitude bequem mit den beobachten kann, so zeigt sich folgendes bis zum tt der Schwingungen. Bei vorsichtigem Öffnen des rhahnes füllt sich zunächst der Raum unter der Mem- nit Wasser (indem die Luft über den Rand bei *c* in den Abfluß entweicht). Bei steigendem Drucke wird sodann der gewölbte Teil der Membran immer stärker nach außen gedrängt, schließlich tritt ein kritischer Punkt ein, wo der mittlere Teil abgehoben wird, die Membran ihre Ruhelage verläßt und in rasche Schwingungen gerät, die sich als Auf- und Abwärtsbewegungen mit großer Amplitude und Stärke darstellen.

Eine nähere Betrachtung der wesentlichen Teile des Gerätes zeigt, daß das Zustandekommen der Membranbewegung durch Ventilwirkung zu erklären ist. Die Membran, die im Ruhezustand auf dem kreisförmigen Rande *c c* aufliegt, trennt den durch die vier Bohrungen *a* gebildeten Zuflußquerschnitt von der Öffnung des Abflußstutzens; das durch *a* unter die Membran tretende Druckwasser kann nur dann in den Abfluß gelangen, wenn die Membran sich hebt und bei *c c* einen ringförmigen Spaltquerschnitt freigibt, dessen Größe unmittelbar verhältnisgleich der Membranerhebung zunimmt. Der Abflußquerschnitt ist also entsprechend der Membranbewegung veränderlich, während der Querschnitt der zufließenden Wassermenge gleichbleibt. Soll genau so viel Wasser abfließen wie zufließt, so müssen beide Querschnitte gleich sein. Eine einfache Rechnung zeigt, daß diese Bedingung für eine Membranerhebung $x = 0{,}33$ mm erfüllt ist. Wird x durch Drucksteigerung (Regeln am Wasserhahn) vergrößert, so muß die bei *c* in 1 s überfließende Wassermenge plötzlich größer werden als die bei *a* eintretende, d. h. bei *c* tritt gegenüber *a* eine Druckverminderung ein, die Membran fällt zusammen. Dadurch sinkt x unter den Wert 0,33 mm, es tritt von neuem Druckerhöhung ein, die Membran wird hochgeschleudert usw.

Zur Nachprüfung der angeführten Überlegungen wurden umfangreiche Versuche angestellt, aus denen die Richtigkeit der vorgetragenen Auffassung hervorgeht. Insbesondere läßt sich durch Versetzen der Öffnungen *a* leicht nachweisen, daß keinesfalls eine „Strahlwirkung“ vorliegt, d. h. daß Strahldruck als Schwingungserreger nicht in Frage kommen kann. Änderungen in der Form des Mundstücks haben auf die Ausbildung der Ventilwirkung nur dann einen Einfluß, wenn sich nicht an den Druckwasserraum unmittelbar der ganze Abflußquerschnitt anschließt, so daß das Druckwasser sofort Atmosphärendruck annehmen kann.

Mit Hilfe einer Versuchseinrichtung war es möglich, den zeitlichen Verlauf der Membranbewegung filmphotographisch festzuhalten. Abb. 3 und 4 zeigen die Bewegung des Membran-Mittelpunktes in Abhängigkeit von der Zeit als Begrenzung einer hellen Fläche auf dunklem Grunde.

Aus der darüber gezeichneten Schwingungslinie einer geeichten Stimmgabel läßt sich die Frequenz der Membran-Schwingung ermitteln. Sie beträgt für Abb. 3 110 Per./s, für Abb. 4 52 Per./s. Die Aufnahme nach Abb. 3 stellt eine Schwingung mit sehr kleiner Amplitude (bei geringem Druck) dar, Abb. 4 entspricht dem normalen Betrieb bei vollem Druck. Die 16 Aufnahmen, die insgesamt gemacht wurden, zeigen im wesentlichen die Form der Abb. 4, nur unterschieden durch Frequenz und Größe der Ausschläge.

Die annähernd reine Sinusschwingung von Abb. 3 entspricht dem, was man (nach dem oben Gesagten) zunächst erwarten sollte; daß sie nur bei sehr kleiner Amplitude erhalten wird und daß die normale Schwingung die verwickelte Form von Abb. 4 annimmt, erklärt sich daraus, daß wir es nicht mit einem ebenen, starren Ventilteller zu tun haben, sondern mit einer körperlichen, überall dehnbaren Membran.

Die Versuche werden unter Berücksichtigung weitergehender mehr theoretischer Fragen zur Deutung der Schwingungsform, insbesondere zur Klärung der energetischen Zusammenhänge zwischen Erregung und aufnehmendem Ener-

Abb. 2
Schema eines durch Druckwasser betriebenen Schwinggerätes

a symmetrisch zur Achse angeordnete Bohrungen
b elastische Membran
c oberer Rand des Mundstückes

RZ2273Z2

Abb. 3. 110 Per./s

RZ2273Z3

Abb. 4. 52 Per./s

Abb. 3 und 4
Bewegung des Membranmittelpunktes in Abhängigkeit von der Zeit, aufgetragen als Begrenzung einer hellen Fläche auf dunklem Grunde

giespeicher (der Membran) gegenwärtig fortgesetzt. Über den praktischen Teil der Konstruktion läßt sich sagen: Der Vorteil der Anordnung besteht darin, daß die Druckwasserenergie einer gewöhnlichen Wasserleitung unmittelbar in pulsierende Auf- und Abwärtsbewegungen von sehr rascher Folge (50 bis 100 Per./s) umgesetzt werden kann. einen Aufsatz ist es möglich, die Bewegung der M auf einen Kolben zu übertragen, der die äußere leistet.

Berlin [M 2273] Dipl.-Ing. H. J. Günt

Kleine Mitteilungen

Zwischenüberhitzung durch Frischdampf

In nächster Zeit wird die erste amerikanische Turbine, die mit Zwischenüberhitzung durch Frischdampf arbeitet, im Crawford Avenue-Kraftwerk in Betrieb genommen werden. Es handelt sich um eine 90 000 kW-Turbine der General Electric Co., deren Hochdruckteil 35 000 kW und deren Niederdruckteil 55 000 kW leistet. Der Anfangsdruck beträgt 38,5 at, die Anfangstemperatur 385 °. Der aus dem Hochdruckteil austretende Dampf wird durch Frischdampf wieder auf 240 bis 250 ° überhitzt. Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens ist die Ersparnis an Anlage- und Ausbesserkosten sowie die völlig gleichmäßige Temperatur des überhitzten Dampfes, die nur von der Sattdampftemperatur des Frischdampfes abhängt. Ein Nachteil ist die verhältnismäßig geringe Überhitzung; da aber in diesem Falle der Dampf bis zur letzten Stufe im Überhitzungsgebiet bleibt und auch in der letzten Stufe die Sattdampfgrenze kaum unterschreitet, so genügt diese geringe Überhitzung und die wirtschaftlichen Vorteile überwiegen den thermischen Nachteil. („Power“ 23. August 1927 S. 288)
[N 805 b] Pt.

Einzylinder-Großdieselmotor

Die Fiat-Werke, Turin, haben seit mehr als Jahresfrist auf ihrem Prüfstand einen Einzylinder-Großdieselmotor im Betrieb, der als doppeltwirkende Zweitaktmaschine mit Lufteinspritzung arbeitet und bei 840 mm Zyl.-Dmr., 1000 mm Hub und 150 Uml./min bis zu rd. 2000 PS leisten soll. Das Kennzeichen der Bauart ist die Steuerung der durch die Zylinderschlitze eintretenden Luft mittels eines Doppelsitzventiles, das gegebenenfalls durch ein selbsttätiges Ventil ersetzt werden soll, während die günstige Führung der Luft im Zylinder durch entsprechende Neigung der Spülluftkanäle sowie der Kolbenböden erreicht werden soll. Die Laufbüchse des Zylinders besteht aus vier Teilen. In den obersten und den untersten davon sind die aus Stahlguß hergestellten Deckel so tief eingesetzt, daß die verdickten Enden der Laufbüchsen der unmittelbaren Einwirkung der Hitze entzogen werden. Die Erfahrungen mit diesem Versuchsmotor sollen bis jetzt gut sein. Der mechanische Wirkungsgrad beträgt allerdings nur rd. 75 vH, doch wird das damit erklärt, daß der Motor alle Hilfsmaschinen selbst antreibt. („The Engineer“ 2. September 1927 S. 261*) [N 805 c] H.

Große Diesellokomotive

Bei Fried. Krupp A.-G., Essen, ist zur Zeit für die Boston und Maine-Eisenbahn eine Diesellokomotive im Bau, die Anfang des nächsten Jahres zur Ablieferung kommen soll. Die 2 D 2-Lokomotive wird durch einen kompressorlosen, nicht umsteuerbaren Viertaktmotor von 1400 PS mit sechs Zylindern angetrieben, der auf die vier Treibachsen über eine hydraulische Anfahrkupplung und ein vierstufiges Zahnrädergetriebe mit besondrer Umsteuerung für die Rückwärtsfahrt wirkt. Die Zugkraft bei der ersten Schaltstufe des Getriebes soll 23 t, die größte Fahrgeschwindigkeit 96 km/h betragen. Die Lokomotive, die auf zwei Drehgestellen läuft, ist also sowohl für Güter- als auch für Personenzüge geeignet. [N 805 h]

1E1-Lokomotive mit Satteltank

Die American Locomotive Co. hat jüngst fü Minarets und Western-Bahn eine 1 E 1-Lokomotive deren Wasser-Vorratsbehälter als Satteltank ausg d. h. oben und an den Seiten um den Kessel gelegt ist. Man nutzt auf diese Weise den Platz übe Kessel gut aus, erschwert aber dem Führer die Sicht die Strecke. Bereits früher sind 1 D 1-Lokomotiven Satteltank auf der Strecke der Minarets und Western erfolgreich gelaufen.

Die neue 1 E 1-Lokomotive übt 24 000 kg Zugkra bei 275 m² Gesamtheizfläche, 120 t Gewicht und 16 a seldruck. [N 805 d]

Versuche mit Lokomotivsteuerung

Unlängst wurden bei der London-Midland and S Railway Vergleichversuche zwischen einer mit Bear Caprotti-Steuerung und einer mit gewöhnlicher Ste ausgerüsteten 2 C-Heißdampflokomotive ausgeführt. Versuche, die sich auf der Strecke Crewe—Euston u rück an verschiedenen Tagen abspielten, ergaben mittleren Kohlenverbrauch von 20,2 g/tkm für d Beardmore-Caprotti-Steuerung ausgerüstete Lokomot 28 g/tkm für die andre. („Engineering“ 2. Septemb S. 292*) [N 805 e]

Einkabelige Drahtseilbahn mit sel tätiger Fortbewegung an der Entl stelle

Durch eine besondere Vorkehrung kann ma Drahtseilbahnwagen ohne Aufenthalt an der Entla entladen und somit eine menschliche Kraft für das V abstoßen sparen. Da die Geschwindigkeit des Wage dem Seil mit 2 m/s für ein Entladen ohne Unterbr der Fahrt zu groß ist, wird der Wagen um das U rad der Entladestelle über eine Schiene geführt. Zu bewegung dient hier eine Gliederkette, die ihren A durch eine besondere Übersetzung vom Antriebra Zugseiles erhält. Gegen diese Kette wird durch wirkung ein nur in einer Richtung drehbares Ra entsprechenden Aussparungen am Umfang gedrück freihängend am Fahrgestell des Drahtseilbahnwage gebracht ist.

Die Reibung zwischen Rad und Kette wirkt so bremsend, bis auch der Wagen die Geschwindigke 0,2 m/s angenommen hat, bei der die Entleerung stat Sodann wird der Wagen von der Kette mitgen Nachdem die Kette sich wieder vom Rad gelöst h hält die Führungsschiene kurz vor dem Ende der U stelle eine Abwärtsneigung, so daß der Wagen höhter Geschwindigkeit auf das Seil gelangt.

Die Einrichtung ist bei einem englischen Be in Betrieb, von dem die Drahtseilbahn mit 75 Wag Kohlen zu einer 3,2 km entfernten Eisenbahnlinie Die Wagen fassen je 0,37 t, sie folgen sich in rd Abstand. Zum Antrieb dient ein 25 PS leistender („The Engineer“ 2. September 1927 S. 262*)
[N 805 g]

BÜCHERSCHAU

gwerksmaschinen. Herausgeg. von Hans Bansen. : **Die Schachtfördermaschinen.** 2. Aufl. Bearb. von Schmidt u. Ernst Förster. 2. T.: Die Dampfmaschinen. Von Fritz Schmidt. Berlin 1927, Julius ger. 291 S. m. 231 Abb. Preis 15 ℳ.

dem vorliegenden zweiten Teile steht der erste, chienene, von demselben Verfasser herrührende Teil indung, der die Grundlagen des Fördermaschinenbehandelt. Auf diesen Teil sei wegen der Mechanik achtförderung, wegen der allgemeinen Anordnung messung der Fördermaschinen, wegen Seilgewichtes und Seilrutsches, wegen der Förderseile selbst, ler Gestaltung der Treibscheiben und Seiltrommeln, er Geschwindigkeits- und Teufenzeiger usw. verwiesen. zweiten Teile sind der gesamte Aufbau und die sten Einzelheiten der Dampffördermaschinen dar-Voran stehen die Steuerungen, insbesondere die rrschenden Nockensteuerungen, deren verschiedene n eingehend dargestellt und gewürdigt sind. Weiter die Bremsen und die Bremsdruckregler behandelt. usführliche Darstellung haben die Sicherheits- und orrichtungen, insbesondere die Fahrtregler, erfahren. der dargestellten Fahrtregler würden allerdings der Bergpolizeiverordnung für die Seilfahrt nicht entn, die beim Erscheinen des Buches noch nicht vorhatte. Auf Einzelheiten des Zylinderaufbaues ist rs eingegangen. Der Gesamtaufbau der Dampfförhinen ist durch viele Ausführungsbeispiele veranht. Die Wirtschaftlichkeit der Dampffördermaschine gehend gewürdigt. Über das einschlägige Schriftiehrt ein eingehendes Verzeichnis. Das Buch bietet ute, umfassende Übersicht über die Bestrebungen eistungen des heutigen Dampffördermaschinenbaues. bildungen sind gut.

38] Hoffmann

te des **Werkzeugmaschinenbaues.** Von Max Coenen. n 1927, Julius Springer. 146 S. m. 297 Abb. Preis

s der Fülle des Stoffes kann ein Buch dieses Umicht mehr als einen Abriß geben; denn die Zeit, da e Metallbearbeitungsmaschinen in einem erschöpfenmmelwerk behandeln konnte, ist vorbei. Trotzdem an erfreut fest, daß einige Kapitel (die Zerspanungsgen, der Leistungsbedarf, die Getriebe) das Wichvon dem bringen, was überhaupt zu sagen ist. Die n Forschungsergebnisse sind berücksichtigt, so daß s Buch als gründlich und neuzeitlich bezeichnen Einige Teile (Schleifscheiben, Pressen, Spannmittel) was dürftiger weggekommen, als erwünscht wäre; ein Dutzend Seiten mehr würden diese Lücke füllen n Preis des Buches nicht unzulässig steigern. Die htlichkeit und Lesbarkeit würde gewinnen, wenn pitel besser unterteilt und die einzelnen Teile durch uck der Kennworte hervorgehoben würden. Auch en sich einige Kapitel etwas sehr in der Beschreion Beispielen; hier würde durch knappe Aufzählung ichtspunkte am Anfang oder am Ende jedes Kapitels wonnen werden.

dem Satz des Vorworts: „Nachdem in den letzten die Fertigung im Vordergrunde des Interesses ge- hat, wird es Zeit, sich wieder mehr mit der Konon zu befassen“, kann man sich aber nicht ganz tanden erklären. Im Werkzeugmaschinenbau sind ktion und Anwendung (also Fertigung) so ineinverwirkt, daß von einer zeitlichen Verschiebung überhaupt nicht die Rede sein dürfte. Und die Konnen sind in Deutschland in den letzten zwei Jahren erika auch vorher) recht tüchtig vorwärts gekom-Vielleicht wären gerade hier Hinweise angebracht, hen Punkten die Werkstattausführung der Maschi- und da zu wünschen übrig läßt.

s Buch ist nicht nur den Studierenden, sondern auch ktischen Werkzeugmaschinenleuten (Konstrukteuren triebstechnikern) zu empfehlen.

34] Buxbaum

en-Untersuchungen. Von Anton Staus. 1. Bd.: aulik in ihren Anwendungen. 2. Aufl. Berlin 1926, s Springer. 196 S. m. 131 Abb. Preis 10,50 ℳ.

r Leser dieses Buches wird schon nach dem Durcheniger Seiten erkennen, daß hier ein im Meßwesen ner Ingenieur und ein erfahrener Lehrer zu ihm Der erste, allgemeine Teil bringt praktische Angaben über Art, Aufschreibung und Auswertung von Beobachtungen, über den Gebrauch des Planimeters, ferner Angaben über Zeitmessungen und über Bremsdynamometer (leider fehlt die in Amerika gebräuchliche und bewährte Bauart von Alden). Sehr dankenswert ist eine kurze Darstellung der Anfangsgründe der Theorie der Beobachtungsfehler und Fehlerausgleichung, die, wie der Verfasser zutreffend bemerkt, von den Maschineningenieuren noch zu wenig beachtet wird.

Im zweiten Teil werden Verfahren der Wassermessung und Leistungsversuche an Turbinen und Pumpen besprochen. Nach Ansicht des Berichterstatters wird dabei allerdings den Überfallmessungen eine zu große Genauigkeit zugetraut: die erheblichen Abweichungen der von den verschiedenen Beobachtern ermittelten Beiwerte mahnen zur Vorsicht, ebenso wie die neuerdings festgestellte Tatsache, daß Überfälle gegen ganz geringe Änderungen im Zustande des zuströmenden Wassers sehr empfindlich sein können. Daß die „Gibson-Methode“ und die „Salz-Geschwindigkeitsmethode“ von Allen nicht erwähnt werden, ist erklärlich, da sie in Europa bisher kaum Anwendung gefunden haben; aber der Venturi-Messer hätte wohl Berücksichtigung verdient. In ganz ausgezeichneter und die letzten Erkenntnisse berücksichtigender Weise wird die Wassermessung mit Flügeln behandelt.

Das vortreffliche Buch zeichnet sich auch durch eine sehr klare Darstellung aus, und seine Benutzung kann wärmstens empfohlen werden. [E 639] D. Thoma

Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern und ihre praktische Anwendung. Von Th. Wyss. Berlin 1926, Julius Springer. 368 S. m. 432 Abb. u. 35 Taf. Preis 25,50 ℳ.

Das vorliegende Buch ist, wie der Verfasser in der Vorrede sagt, als Fortsetzung seiner Untersuchungen der Spannungen an Knotenblechen[1]) anzusehen. Dort hatte sich gezeigt, daß die Kraftlinien (Trajektorien) einen vorzüglichen Einblick in das Arbeiten des Baustoffes geben. Hier soll nun Physikern und forschenden Ingenieuren der gesamte Stoff, der bis jetzt über die in Frage kommenden Kraftfelder vorliegt, einheitlich geordnet und zusammengestellt, an die Hand gegeben werden, um sie auf dies Gebiet hinzuweisen, das außerordentlich fruchtbar zu werden verspricht. Das Buch ist gegliedert in einen allgemeinen, einen speziellen und einen Versuchsteil.

In diesem, für die Ingenieure wichtigsten Abschnitte, werden auch die Ergebnisse einiger neuer Versuche mitgeteilt und sogar ein Verfahren zur Berechnung der Spannungen mittels der Kraftfelder entwickelt.

Bei einem Werke, das, wie das vorliegende, rein wissenschaftliche Ziele verfolgt, wäre es verkehrt, zu fragen, was kann man mit den vorgetragenen Dingen anfangen. Für den praktisch tätigen Ingenieur ist das Buch aber auch nicht bestimmt. Denn die für die Praxis fast allein wichtige Spannungsermittlung ist nach diesen Verfahren selbst da, wo die Kraftfelder mit genügender Genauigkeit angegeben werden können, noch so umständlich, daß sie für die Praxis nicht in Frage kommt. Trotzdem wäre zu wünschen, daß sich die Praktiker mehr, als es wohl der Fall sein wird, in das Buch vertiefen möchten — sie werden reiche Anregungen daraus gewinnen.

Der Verfasser hat sich unzweifelhaft ein großes Verdienst erworben, den gesamten bisher vorliegenden Stoff, der in oft schwer zugänglichen Arbeiten zerstreut war, hier übersichtlich zusammengetragen und durch eigene Arbeit theoretisch und praktisch erheblich ausgebaut zu haben. Er hat damit der Versuchsforschung neue Wege gewiesen, die sicher auch für die Praxis zu wichtigen Erkenntnissen führen werden. Es täte deshalb dem Werte des Buches keinen Abbruch, wenn sich einzelne Ableitungen oder Deutungen der Versuche nicht haltbar zeigen sollten.

[E 359] Müllenhoff

Flugzeugbau und Luftfahrt, 3. H.: **Der Bau des Flugzeuges.** Von E. Pfister. 3. T.: Rumpf und Fahrwerk. Charlottenburg 1926, Volckmann Nachf. 64 S. m. 133 Abb. Preis 2 ℳ.

Flugzeugbau und Luftfahrt, 4. H.: **Grundlagen der Fluglehre.** Von E. Pfister. 1. T.: Luftkräfte. Berlin-Charlottenburg 1927, Volckmann Nachf. 87 S. m. 59 Abb. Preis 2,50 ℳ.

[1]) Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Nr. 262.

Im Gegensatz zu den meisten vorhandenen Luftfahrt-Lehrbüchern — von allgemeinverständlichen Werbewerken sei hier abgesehen — ist die Sammlung Flugzeugbau und Luftfahrt für einen weiteren Leserkreis, vor allem für den jungen Praktiker bestimmt; sie wird erfreulicherweise rasch fortgesetzt.

Von der ersten Reihe: „Der Bau des Flugzeuges", deren zweites Heft (Tragwerkverspannung und Leitwerk) ich hier[1]) ausführlich besprochen habe, liegt das abschließende Heft über Rumpf, Fahr- und Schwimmgestelle vor, mit vielen Skizzen, die den allgemeinen Aufbau des Flugzeuges, die verschiedenen Arten der Flügel- und Triebwerkanordnung, die Gestaltung der Rümpfe, ihre Beanspruchung und Festigkeitsberechnung, den Motoreinbau, die Kraftwirkungen, Ausbildung und Abfederung des Fahrgestells sowie der Schwimmer zur Erläuterung des Textes veranschaulichen. Auf die zahlreichen Berechnungsbeispiele im Text, in ausführlichen Zahlentafeln und im Anhang sei besonders hingewiesen.

Mit dem vierten Heft der Sammlung beginnt eine zweite Reihe, die Fluglehre in einfacher Darstellung. Zur Vorbereitung der Tragflügeltheorie und der Flugzeugmechanik (Gleichgewicht und Stabilität), die später in Heft 5 und 6 erscheinen sollen, wird zunächst die Lehre von den Luftkräften in recht klarer Form dargestellt: Luftdruck und Luftdichte; Modellmessungen im Windkanal, Luftwiderstand, Strömungsmeßgeräte, Staudruck, auch die Reynoldssche Zahl; Strömungsformen, Kräfte und Momente am Tragflügel; Lilienthals Polare, Gleitzahl und Druckpunktwanderung, sogar die Druck- und Auftriebverteilung längs der Tragflügeltiefe und Spannweite. Das alles ist, zum Teil mit ganz einfachen Rechenbeispielen, Schritt für Schritt aufgebaut in einer Form, an der auch der Sonderfachmann dieses Gebietes, trotz dieser und jener Einzelheit, die ihm änderungsbedürftig scheint, seine Freude haben kann. [E 702] Everling

50 Jahre Württembergischer Ingenieur-Verein. 1877—1927. Erinnerungsblätter zur Feier des 50jährigen Bestehens des Württembergischen Ingenieur-Vereins. 212 S.

Diese mit großer Sorgfalt zusammengestellte Schrift gibt ein erschöpfendes Bild aus dem Leben des Württembergischen Bezirksvereines des V. d. I. Darüber hinaus zeigt sie die wesentlichsten Züge aus der Technik dieses Landes, deren bedeutende Persönlichkeiten, wie Graf Zeppelin, v. Bach, v. Eyth, Maybach u. a., in irgendwelchen mehr oder weniger engen Beziehungen zum Württembergischen Bezirksverein standen. Die mit kaum zu überbietender Gründlichkeit aufgestellte Liste der Versammlungen, Vorträge, Ausflüge und sonstigen Veranstaltungen zeigt insbesondere die Vielseitigkeit in den Bestrebungen dieses Bezirksvereines und gibt andern Bezirksvereinen sicherlich manche wertvolle Anregung. Der ganzen Schrift ist zu entnehmen, daß im Württembergischen Bezirksverein mit seinen nunmehr etwa 1400 Mitgliedern ein reger Geist des Fortschrittes lebt.
[E 758] Gs.

The Locomotive of to-day. London 1927, The Locomotive Publishing Co., Ltd. 316 S. m. 64 Abb. Preis 5 sh.

Das vorliegende Buch behandelt rein beschreibend die Elemente des Lokomotivbaues nach dem neuesten Stande. Es ist unter Mitwirkung von ersten Fachleuten vollständig neu bearbeitet worden und enthält folgende Hauptabschnitte: Kessel mit Armaturen, Maschine mit Laufwerk und Steuerung, Rahmen und Tender. In einem Schlußabschn auf Sonderbauarten nach Mallet, Garrat, Fairlie u gewiesen.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 274.

Berechnen und Entwerfen von Turbinen- und Was Anlagen. Neubearb. von E. Glunk. 4. Aufl chen und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 187 S. m. Preis 10,50 ℳ.

Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, 10. **Bauteile der Dampfturbinen.** Von Georg Karra lin 1927, Julius Springer. 99 S. m. 143 Abb. Pre

Versuchsfeld für Maschinenelemente der Technische schule zu Berlin, 7. H.: **Untersuchung von Sc trieben.** Von Rudolf Cruson. München un 1927, R. Oldenbourg. 27 S. m. 26 Abb. Preis 4

Die Speisewasservorwärmung mittels Kesselabgas Curt Rühl. Wittenberg (Halle) 1927, A. 276 S. m. 152 Abb. u. 30 Taf. Preis 14 ℳ.

Moderne Verhüttung von Altmetallen und Rück Von Richard Thews. Berlin 1927, Joachim 170 S. m. 39 Abb. Preis 21 ℳ.

Die Betriebspraxis der Eisen-, Stahl- und Metall 4. H.: **Über das Schmelzen der wichtigsten tec Nichteisen-Metalle und Nichteisenmetall-Legi** Von Willi Claus. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm 108 S. m. 44 Abb. Preis 6,80 ℳ.

The Fatigue of Metals. Von H. F. Moore an Kommers. New York und London 1927, M Hill Book Company, Inc. 326 S. m. 102 Abb. I

Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Vo Thau. Zugleich 2. Aufl. von „Braunkohlen öfen". Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 7 411 Abb. Preis 52 ℳ.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieur 291. H.: **Untersuchungen über den Einfluß des auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung Schmiertechnik.** Von S. Kießkalt. Berlin VDI-Verlag. 14 S. m. 8 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Thermodynamik und die freie Energie chemisch stanzen. Von Gilbert Newton Lewis u. Merl dall. Übersetzt von Otto Redlich. Wien 1927 Springer. 598 S. m. 64 Abb. Preis 46,80 ℳ.

Lehrbuch der praktischen Physik. Von Friedrich rausch. 15. Aufl. Leipzig und Berlin 1927 Teubner. 832 S. m. 395 Abb. Preis 26 ℳ.

Die Festigkeitslehre. Ein Lehrbuch zum Selbstun Herausgeg. von Alfred Holzt. Bearb. vo Beckers. Leipzig 1927, Moritz Schäfer. 20 264 Abb. Preis 8 ℳ.

Mehrstielige Rahmen. Von A. Kleinlogel. Berlin 1927, Wilh. Ernst & Sohn. 448 S. m Beisp. Preis 30 ℳ.

Statische Berechnung der Pfahl-Systeme. Von Wünsch. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. m. 73 Abb. Preis 8 ℳ.

Elemente des Eisenbaues. Von Alfred Strie Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 104 S. m. Preis 3,80 ℳ.

Mathematisch-Physikalische Bibliothek, Bd. 59/60: **graphie.** Von Paul Luckay. 2. Aufl. Leip Berlin 1927, B. G. Teubner. 108 S. m. 57 Abb 2,40 ℳ.

Fränkische Handwerkskunst: **Die Schwabacher Golds** Von H. Krauß. Schwabach 1927, Ernst Uhl. versch. Abb. Preis 0,50 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
71 SONNABEND, 24. SEPTEMBER 1927 NR. 39

Mechanische Weißwäschereien

Von Ing. Paul Liske, Düsseldorf-Rath

Der Waschvorgang — Die Maschinen der Waschküche — Die Nachbehandlung — Wäschereianlage und Wäschereibetrieb

Abb. 1 und 2
Waschmaschine

a Außentrommel
b Schiebedeckel
c Innentrommel
d Klappdeckel
e Füße
f Laugenabfluß
g Dampfzuführung
h Kaltwasserzufluß
i Warmwasserzufluß
k Vorgelege
l Außentrommelboden
m Innentrommelboden
n Achsen
o Lager
p Wulste
q gelochtes Rohr
r Hauptzahnrad
s Riemenscheiben
t Tragarm
u Umsteuergetriebe

Abb. 3
Durchlochung der Innentrommel einer Waschmaschine

ls besonderer Erwerbzweig haben sich die gewerblichen Wäschereien herausgebildet, die in den meisten Fällen fast alle Sorten Haus-he bearbeiten, sich aber auch z. T. als Hauswäscherei, wäscherei, Naßwäscherei, nur als Plätterei usw. be-n. Man unterscheidet hierbei glatte Wäsche oder gelwäsche, wie z. B. Bettwäsche, Tischtücher, Ser-en, Handtücher, ferner Leib- und Stärkewäsche, wie len, Kragen, Manschetten, Vorhemden, Unterwäsche auch Wollwäsche. Unter Naßwäschereien versteht solche Anlagen, in denen die Wäsche nur gewaschen handtrocken — nicht mehr tropfend — geschleudert ; gegebenenfalls wird noch das Mangeln besorgt. Weiterbehandlung, besonders das Plätten, erfolgt im . Die maschinelle Plätterei, womit sich die gewerb-n Wäschereien in den meisten Fällen befassen, bedarf nigfacher Sondermaschinen.

Eine zweite Art der Wäschereien sind die An-ltswäschereien in den Krankenanstalten, Klö-, Heimen, Erziehungsanstalten, Waisen- und Irren-ern, Garnisonwaschanstalten, auch Gasthöfen usw. iesen Wäschereien wird meist für den eigenen Be-gewaschen, wofür hauptsächlich glatte, also Mangel-he, in Frage kommt. Gasthofwäschereien gehen in rer Zeit auch zur Anschaffung von Plättmaschinen , um die Wäsche der Gäste wieder in verwendbaren and zu bringen.

An dritter Stelle sind noch die Neuwäschereien ennen. Diese Wäschereien werden in Wäschefabriken htet und haben den Zweck, neue Wäsche von dem der Fabrikation mitunter anhaftenden Schmutz und der im Leinen haftenden steifen Appretur zu befreien. Hemden- und Kragenfabriken müssen natürlich noch Wert auf eine gut ausgebaute maschinelle Plätterei legen.

Der Waschvorgang

Besonders schmutzige oder fettige Wäsche kann man in besonderen hölzernen oder gemauerten Bottichen vorweichen. Gewerbliche Wäschereien machen im allgemeinen wenig Gebrauch davon. Die erste maschinelle Behandlung ist das Waschen in den Waschmaschinen, in denen gleichzeitig gekocht und gespült wird. Krankenhäuser verwenden zum Spülen gern noch eine besondere Spülmaschine, um möglichst duftige Bettwäsche zu erhalten. Die Wäsche wird in den Waschmaschinen vollkommen rein, nur selten sind Flecke mit der Hand nachzuwaschen. Nach dem Waschen wird die Wäsche in Zentrifugen ausgeschleudert und vom größten Teil des Wassers befreit, so daß sie sich mit der Hand fast trocken — handtrocken — anfühlt. Der Wassergehalt beträgt dann nur noch etwa 20 bis 25 vH. Die der Schleuder entnommene Wäsche muß nun zwecks Weiterbehandlung in glatte Wäsche und Stärkewäsche oder Leibwäsche getrennt werden. Die glatten Stücke werden auf die Dampfmangel — bei kleinen Anlagen auch Gasmangel — gebracht und in diesen Maschinen zu gleicher Zeit völlig getrocknet und mit Glanz geplättet. Diese Wäsche ist also hiermit fertig und braucht nur noch gefaltet und verschickt zu werden.

Viel schwieriger gestaltet sich das Fertigstellen der andern Stücke. Sie werden z. T. in einer besonderen Trockeneinrichtung völlig getrocknet, müssen z. T. ver-

schieden gestärkt werden und haben dann eine große Reihe verschiedenster Plättmaschinen, teils umlaufende Maschinen, teils Pressen zu durchlaufen; sie werden teilweise auch noch mit der Hand nachgebügelt. Der Arbeitsgang für ein Herrenhemd, nach dem Waschen, ist z. B. wie folgt: Stärken der Brust, des Bündchens, der Manschetten; darauf Pressen des Nackens, des Bündchens, der Manschetten, der Brust und des Rumpfes (jeder Vorgang auf einer besonderen Maschine) und schließlich Nachplätten der Ärmelfalten und Zusammenfalten mit dem Handbügeleisen. Sind noch nicht alle Maschinen angeschafft, so gibt es natürlich noch andre Wege. In manchen Fällen muß das Hemd erst in der Trockeneinrichtung gänzlich getrocknet werden.

Die Maschinen der Waschküche

Die Waschmaschine

Die Hauptbestandteile der Waschmaschinen, Abb. 1 bis 3, sind: Außentrommel *a* mit einem Schiebedeckel *b*, Innentrommel *c* mit dem Klappdeckel *d*, zwei Füße *e*, Laugenabfluß *f*, Dampfzuführung *g*, Kaltwasserzufluß *h*, Warmwasserzufluß *i*, das Vorgelege *k* zum Antrieb der Innentrommel.

Die Außentrommel hat zylindrische Form und ist an den Enden durch glatte Böden *l* abgedichtet, die mittels Winkelringes befestigt sind. Die Außentrommel besteht fast durchweg aus verzinktem Schmiedeisen, sehr selten aus Kupfer oder Messing. Der Mantel ist etwa 2 bis 3 mm dick, der Boden rd. 5 bis 10 mm. Etwa ein Viertel des Umfangs ist als Öffnung über die ganze Länge ausgebildet und durch einen Schiebedeckel abschließbar.

Die Innentrommel, fast ausschließlich aus Kupfer, rd. 2 bis 3 mm dick, hat ebenfalls zylindrische Form und einen Ausschnitt für den Klappdeckel, der sehr gut schließen muß, damit die Wäsche nicht in den Schlitzen hängen bleibt und zerreißt. Die Seitenböden *m* (aus Guß- oder Schmiedeisen) sind kräftig ausgebildet und innen mit Kupferblech überzogen, so daß der ganze Innenraum nur Kupfer aufweist. An den Seitenböden sind die Achsen *n* befestigt, mit denen die Innentrommel in den Lagern *o* ruht, die an den Seitenböden der Außentrommel angebracht sind. Der Blechmantel der Innentrommel erhält drei meist aus dem ganzen Stück eingebogene Wulste *p*, die über die ganze Länge verlaufen. Das ganze Mantelblech, einschließlich Deckel, weist zahlreiche Löcher von 5 bis 10 mm Dmr. auf. Diese Löcher sind von innen nach außen stark abgerundet gestanzt, Abb. 3, damit die Innentrommel innen völlig glatt ist und nicht die geringsten scharfen Kanten aufweist.

Der Laugenabfluß muß reichlich groß gehalten werden, um ein rasches Entleeren zu ermöglichen. Entleert wird meist unmittelbar in einen Sinkkasten. Der Dampf tritt von unten in die Außentrommel und somit in die Lauge, die er zum Kochen bringt. Für den Eintritt des kalten und warmen Wassers ist oben in der Außentrommel ein längslaufendes gelochtes Rohr *q* eingebaut, damit das Wasser gleichmäßig verteilt von oben nach unten fließt.

Das Vorgelege ist meist für Riemenantrieb ausgebildet; es besteht in der Regel aus dem Hauptzahnrad *r*, einem Ritzel, den Riemenscheiben *s*, dem Tragarm *t*, an der Außentrommel befestigt, und dem Umsteuergetriebe *u*. Die Innentrommel muß nämlich jedesmal nach etwa sechs Drehungen ihre Drehrichtung wechseln. Das Umsteuern bewirkt das Umschaltgetriebe *u*, bestehend aus Schnecke und Schneckenrad mit Schleife, wodurch die Riemen nach bestimmten Zeitabständen verschoben werden.

Die Arbeitsweise der Waschmaschine ist wie folgt: Die Innentrommel wird lose mit der schmutzigen Wäsche gefüllt. Ist sie nachher mit Wasser getränkt, so nimmt die Wäsche ungefähr nur das halbe Volumen ein. Die Außentrommel nimmt die Lauge auf, und zwar so viel, daß die Innentrommel etwa handbreit eintaucht. Um Lauge zu sparen, wird man also den Zwischenraum zwischen Innen- und Außentrommel möglichst knapp halten. Die Wäsche wird beim Drehen der Innentrommel durch die Wulste *p* hochgehoben und schlägt wieder von oben in die Lauge jeweilig zurück. Gewaschen wird also durch Schlagen

Abb. 4 und 5
Spülmaschine
a Holzbottich *b* Insel *c* hölzernes Schaufelrad *d* W[illegible] mit Fest- und Losscheibe *e* Abfluß des unreinen Was[illegible]

und nicht durch Reiben, mithin auf denkbar sch[illegible] Weise. Es ist also falsch, zu behaupten, daß die [illegible] durch die Maschinenbehandlung leidet. Das Wend[illegible] Drehrichtung verhütet ein Zusammenballen der [illegible] Sie würde sonst zerreißen und auch nicht sauber [illegible] Während des Waschens werden gleichzeitig Lau[illegible] Wäsche mit Dampf gekocht. Nach dem Waschen [illegible] man auch in der Waschmaschine spülen, indem m[illegible] Lauge abläßt und zunächst warmes, dann kaltes [illegible] von oben einführt, während sich die Trommel dreht. [illegible] bei kann das Wasser fast die halbe Trommel fülle[illegible]

Innentrommeln werden mit rd. 500 bis 1000 mm [illegible] rd. 500 bis 2000 mm Länge ausgeführt. Sie fasse[illegible] entsprechend rd. 10 bis 200 kg trockene Wäsche. [illegible] bedarf je nach Größe etwa 0,5 bis 2,5 PS. Die [illegible] trommel macht im Mittel 25 Uml./min. Der Da[illegible] brauch beträgt etwa 15 bis 50 kg/h.

Man hat natürlich mannigfache Abweichunge[illegible] dieser Bauart, wie z. B. mittelbare Dampfbeheizung, [illegible] der Dampf durch einen Dampfkasten oder eine[illegible] schlange, bei Niederdruckdampf mit 0,3 bis 0,5 at, bei [illegible] druckdampf mit etwa 2 bis 6 at strömt. Die mit[illegible] Heizung findet hauptsächlich bei Niederdruckdamp[illegible] wendung. Andre Abweichungen sind: hintenlie[illegible] Vorgelege, Antrieb unmittelbar durch Motor, Einri[illegible] zum gemeinsamen Kippen der Innen- und Außentr[illegible] damit die Wäsche unten in einen flachen Wagen [illegible] fällt, usw.

Die Spülmaschine

Die Spülmaschine, Abb. 4 und 5, findet man in W[illegible] reien selten. Gewerbliche Wäscher benutzen sie f[illegible] nicht; dagegen ist sie in Krankenhäusern und K[illegible] sehr beliebt. Man erspart dadurch das Spülen [illegible] Waschmaschine, die somit entlastet wird. Auch ka[illegible] Wäsche beim Spülen gut ausdunsten, wird duftig[illegible] läßt sich gut bläuen.

Abb. 6
Wäscheschleuder

ınentrommel
erstärkungsring
Velle
purlager
agertopf

f Halslager
g Zugstangen
h Sockel
i Gummipuffer

k Riemenscheibe
l Außentrommel
m Wasserabfluß
n Vorgelege

Abb. 7
Bewegliches Lager einer Wäscheschleuder

k_1 Riemenscheibe
p unteres Achslager
q, *r* Gummimanschetten

ist ein länglichrunder Holzbottich mit einer ebenso ›ten Insel *b* aus Holz. *c* ist ein hölzernes Schaufel-.s auf einer Welle mit Fest- und Losscheibe *d* auf- ist und sich in Pfeilrichtung dreht. Die Maschine Kalt- und Warmwasserzufluß und ist fast bis oben ısser gefüllt, worin die aus der Waschmaschine aufnene Wäsche schwimmt. Durch das Schaufelrad wird sche ständig in Bewegung gehalten und unter Zufluß schem und Abfluß von unreinem Wasser entlaugt. den Abfluß *e* wird das unreine Wasser abgelassen. ıtt des Holzbottichs mit Holzinsel nimmt man auch e aus Beton, die man mit weißen Kacheln ver- Die Bottiche sind im Mittel etwa 2500 mm lang, n breit und 700 mm hoch.

Die Zentrifuge (Schleuder)

se Maschine, Abb. 6 und 7, ist ebenso wichtig und häufig anzutreffen wie die Waschmaschine. Die Wäscherei gebräuchliche Form weicht nicht von den ıarten wesentlich ab, die bereits in dieser Zeit- ausführlich beschrieben sind[1]). Der Zweck des lerns ist, die triefende Wäsche von der Hauptmenge ıssers zu befreien.

n baut auch Schleudern, bei denen das Halslager , sogenannte Freischwinger. Die elastische Lage- er Achse wird dann dadurch ermöglicht, daß man untere Achslager *p* zwei Gummimanschetten *q* und *r*, einbettet. Der Lagertopf *e*, Abb. 6, ist hier nicht

der Innentrommel oder unter dem Boden bringt man och einen Regler an; denn bei ungleichmäßiger Be- g mit der nassen Wäsche kommt die Maschine nicht in Gang, d. h. die Schwankungen der Trommel nicht nach, was ein Stillsetzen der Maschine und lliges Umpacken bedingt. Der Regler gleicht diese he Belastung bis zu einem gewissen Grade aus.

olge behördlicher Schutzvorschrift muß die Außen- l oben durch einen Klappdeckel zwangläufig ab- sein, und zwar so, daß die Schleuder nicht eher ieb genommen werden kann, bevor nicht der Deckel ssen ist. Anderseits darf man den Deckel nicht lann wieder öffnen können, wenn man die Maschine ickt hat, sondern erst dann, wenn die Innentrommel ıt. Mit Hilfe einer Hand- oder Fußbremse kann en Stillstand schneller herbeiführen.

Arbeitsweise ist die, daß man die nasse Wäsche ıst gleichmäßig verteilt in die Innentrommel bringt. chleudern wird die Wäsche nicht gerieben, sie wird ch hierbei weitgehend geschont. Die Schleuder kann etwa 3- bis 4mal beschickt werden.

[1]. Bd. 70 (1926) S. 757.

Das Kochfaß

Das Kochfaß, Abb. 8, ist ein runder Bottich aus verzinktem Eisenblech oder Holz, selten aus Kupfer. Sein Durchmesser beträgt rd. 800 bis 1200 mm, die Höhe etwa 800 mm. In einiger Entfernung vom Boden *a* ist ein Siebboden *b* eingelegt. Durch diesen Siebboden taucht das Sprührohr *c*. Der Dampf tritt durch das Rohr *d* unter dem Sprührohr ein. Bei mittelbarer Beheizung wird zwischen den beiden Böden eine Heizschlange eingebaut. Durch das Rohr *e* erhält das Faß Kaltwasserzufluß. Ein aufklappbarer Deckel *f* schließt oben das Faß ab. Durch den Abflußhahn *g* wird das Schmutzwasser abgelassen.

Das Kochfaß hat den Zweck, besonders schmutzige Wäsche, Küchenwäsche, Blut-, Eiterwäsche usw. vor der Behandlung in der Waschmaschine vorzukochen, um die Wäsche vom gröbsten Schmutz zu befreien. Dadurch wird die Waschmaschine entlastet und sauberer gehalten. Die Arbeitsweise ist die, daß das kochende Wasser oder die Lauge durch das Sprührohr nach oben steigt und von oben durch die Wäsche wieder nach unten herabrieselt. Die Wäsche wird dadurch „gebäucht", weshalb man auch von einem Bäuchefaß spricht.

Das Laugenfaß

Das Laugenfaß ist ebenfalls als runder Bottich aus gleichem Baustoff wie das Kochfaß ausgebildet. Sein Durchmesser beträgt etwa 700 bis 1000 mm, die Höhe rd. 700 mm. Der Siebboden und das Sprührohr fallen fort. Hier empfiehlt sich Heizung mittels kupferner Heizschlange, damit nicht die Lauge durch den kondensierten Dampf verdünnt wird. Deckel und Abfluß sind wie beim

Abb. 8
Kochfaß

a Boden
b Siebboden
c Sprührohr
d Dampfeintritt
e Kaltwasserzufluß
f aufklappbarer Deckel
g Abflußhahn

Kochfaß. Das Laugenfaß muß auf einen etwa 400 bis 500 mm hohen Untersatz gestellt werden, damit man zum Auffangen der Lauge unter den Abflußhahn einen Eimer unterstellen kann.

Die Nachbehandlung

Die maschinelle Behandlung der Wäsche beim Mangeln, Trocknen und Bügeln stützt sich auf den sehr einfachen Vorgang der Handbehandlung. Dabei wird die Wäsche mit einem blanken geheizten Eisenteil (dem Bügeleisen) und einem zweiten mit Stoff bespannten Körper (dem Bügelbrett) bearbeitet. Plättet man mit der ganzen Fläche des Bügeleisens, so bleibt die Wäsche verhältnismäßig stumpf. Um Glanz zu erzeugen, reibt man mit der Kante des Bügeleisens über die Wäschestücke, besonders beim Kragen. Auch dieser Vorgang spiegelt sich in der maschinellen Behandlung wieder, indem Stücke, die wenig Glanz brauchen, auf großen Heizflächen, Stücke mit höherem Glanz durch schärfere Kanten und dergleichen behandelt werden.

Die Zylindermangel

Die Hauptmaschine zur Weiterbearbeitung der glatten Wäschestücke, die größte und teuerste Maschine im Wäschereibetrieb überhaupt, ist die Dampfmangel. Man unterscheidet mehrere Arten, von denen die Zylinder-Dampfmangel besonders in Erscheinung tritt. Diese Maschine, Abb. 9, hat den Zweck, große, glatte Wäschestücke zu mangeln und gleichzeitig zu trocknen, wobei außerdem noch der Wäsche ein feiner, zarter Glanz verliehen wird. Den Hauptbestandteil der Mangel bildet ein Stahlzylinder a, der an beiden Seiten durch Böden vollständig dampfdicht abgeschlossen ist. Dieser Zylinder ist entweder zum Teil geschweißt oder aus einem Stück gezogen und wird auf rd. 12 at Dampfüberdruck amtlich geprüft. An der äußeren Fläche ist der Zylindermantel sauber abgedreht, geschliffen und poliert. An den Seitenböden sind Zapfen angeordnet, durch die sowohl der Dampf einströmt als auch das Kondensat wieder austritt. Das Kondensat wird durch ein gekrümmtes Tauchrohr abgeführt. Der Zylinder dreht sich in Pfeilrichtung, wobei die Wäsche c um den Zylinder herumläuft. Durch die Wirkung des Dampfes im Zylinder wird die Wäsche getrocknet.

Geplättet wird dadurch, daß auf dem Zylinder gelagerte Walzen d auf die Wäsche drücken. Diese Walzen sind an beiden Seiten in den Ständern b federnd und im Druck nachstellbar gelagert. Sie drehen sich in der Pfeilrichtung, und zwar ein klein wenig schneller als der Zylinder; dadurch wird ein Schleifen der Wäsche auf dem Zylinder hervorgerufen, was den erwähnten feinen Glanz erzeugt. Während der Zylinder an der Außenfläche vollständig glatt ist, sind diese Walzen mit Stoff umwickelt. Man hat also hier den vorhin erwähnten Vorgang von Bügeleisen und Bügelbrett. Es gibt auch Mangeln, bei denen die Wäsche nur über die obere Hälfte des Z läuft und hinter der letzten Andruckwalze d die verläßt. Diese Maschinen, die jedoch heut kau gebaut werden, sind unwirtschaftlich, weil bei ihn die ganze Heizwirkung des Zylinders ausgenutzt die Wäsche häufig noch feucht herauskommt, sie öfter eingelegt werden muß. Man baut heute fast nur noch Mangeln, die auch eine un führung haben. Zu diesem Zweck sind über d Länge des Zylinders etwa 300 bis 400 mm Umführungsgurte e über die Walzen f, g, h lau geordnet. Die Walze f ist umwickelt; sie wird ang nimmt also die endlosen Gurte der Umdreh Zylinders entsprechend mit. Diese Gurte drü Wäsche auch unten an den Zylinder. Damit wieder oben einläuft, ist ein Abschabblech i ganzen Zylinderlänge angeordnet.

Durch dieses Blech wird die Wäsche vom über die Walze f geleitet und kommt nach unten Ausgabegurte k, die ebenfalls als Gurte ohne die Walzen l und m geführt sind. Diese Gurte die Wäsche auf die der Eingabeseite entgegen Ausgabeseite, auf den Abnahmetisch n. Währen Weges kann die Wäsche ausdünsten. An der Ein ist ein Kasten o angebracht, der die nasse Wäs nimmt, von wo aus sie dann auf die Eingabegu legt wird. Diese Gurte ohne Ende werden Walze q und das Führungsstück r geleitet. Die läuft selbsttätig auf den Zylinder und erledigt beschriebenen Gang.

Auf dieser Maschine wird die Wäsche, un aus der Schleuder mit noch rd. 20 bis 25 vH Was kommend, getrocknet und geplättet. Die Walz und q werden angetrieben und sind mit Stoff u damit sie die Gurte mitnehmen und in den ang Pfeilrichtungen fördern.

Wird die Mangel stillgesetzt, so besteht die daß der noch heiße Zylinder die Umführungsgur die Umwicklungen der Andruckwalzen d verbren dies zu verhüten, kann man beide Teile bei Auß setzung abheben. Die punktiertgezeichnete Wal abgeklappt, wodurch die Gurte e in die Lage e_1 also vom Zylinder abliegen. Durch Drehen des Se nach rechts werden die Hebel t nach außen ged die Walzen d vom Zylinder abgehoben. Diese Vo gen sind so angeordnet, daß man sie mit der tätigen muß, und bei neueren Maschinen mit Kr derart, daß sich beim Stillsetzen der Maschine und Gurte selbsttätig abheben und bei Inbetr wieder anlegen.

Als Schutzvorrichtung ist über den gurten vor der ersten Andruckwalze d eine längslaufend gelagert. Die pendelnde Klappe rückgedrückt, sobald die Finger der bedienen

Eingabe
Ausgabe
RZ2740Z9
—— Gang der Wäsche

Abb. 9
Zylinder-Dampfmangel

a Stahlzylinder
b Ständer
c Wäsche
d Andrückwalzen
e Umführungsgurte
e_1 Gurte bei abgeklappter Stellung von h
f, g, h } Führungswalzen in angedrückter Stellung
h_1 Führungswalze h, abgeklappt
i Abschabeblech
k Ausgabegurte
l, m } Führungswalzen von k
n Abnahmetisch
o Kasten für Aufnahme der nassen Wäsch
p Eingabegurte
q Führungswalze für p
r Führungsstück für p
s Segment, t Hebel } zum Abheben der Walzen d
u pendelnde Klappe, als Schutzvorrichtung
v Schutzleisten zwischen den Andrückwalz

Abb. 10 und 11
Muldenmangel

a Gußeiserne Mulde
b dampfdichter Boden
c Dampfeintritt
d Dampfaustritt
e gußeiserne Walze
f Querrippen
g Lochungen
h gelochtes Eisenblech
i Stoffumwicklung
k Walzenzapfen
l Absaugrohr
m Flansch des Absaugrohrs
n Eingabegurte
o Walze für Gurte
p Eingabekasten
q Ausgabetisch
r pendelnde Klappe
s längslaufende Rippen

daran stoßen. Infolgedessen wird die Maschine so-
illgesetzt. Als zweite Schutzvorrichtung werden zwi-
den Andrückwalzen längslaufend die Leisten *v* ein-
t, damit auch die Hand von oben nicht zwischen die
n geraten kann.

ntsprechend der Beschaffenheit der Wäsche muß die
l mit mehreren Geschwindigkeiten laufen können.
ransmissionsantrieb verwendet man deshalb Stufen-
en für zwei Geschwindigkeiten. Bei unmittelbarem
antrieb arbeitet man mit einem Regler.

an baut diese Maschinen mit ungefähr folgenden
erabmessungen: rd. 500 bis rd. 1250 mm Dmr. und
bis 3,5 m Länge. Der Dampfverbrauch bei 6 at be-
rd. 30 bis 200 kg/h. Man kann mit Niederdruck-
von 0,3 bis 0,5 at oder mit Hochdruckdampf bis
at arbeiten. Die Leistung beträgt rd. 30 bis 300 kg/h
enwäsche, der Kraftbedarf rd. 0,5 bis 3 PS.

Die Muldenmangel

ine weitere Mangel, die man neben der Zylinder-
l, wenn auch nicht so häufig findet, ist die Mul-
angel, Abb. 10 und 11. Die Hauptbestandteile
eine gußeiserne Mulde *a*, die als Hohlkörper aus-
et und durch einen Boden *b* dampfdicht abgeschlos-
t. Der Hohlraum wird beheizt, wobei der Dampf
die Öffnungen *c* ein- und das Kondensat durch
ffnung *d* austritt. Die Innenfläche der Mulde ist
abgedreht und poliert und dient als Bügelfläche. In
ulde ist eine gußeiserne Walze *e* gelagert, die mit
ossenen Rippen *f* in bestimmten Entfernungen von-
der umgeben ist. Ferner hat diese Walze die
ngen *g*, wobei die Löcher innen in aufgegossenen
münden. Diese Augen haben den Zweck, das im
der sich ansammelnde Kondensat nicht nach außen
zu lassen. Über den Rippen ist ein feingelochtes,
iktes Eisenblech *h* gelagert und auf dem Zylinder
ngslaufenden Rippen *s* festgeschraubt. Dieses Eisen-
wird wiederum mit der Stoffumwicklung *i*, be-
d aus Sackleinen, Filz und Fries, umwickelt.

ie Walze dreht sich in Pfeilrichtung in der Mulde
bt auf die Innenfläche der Mulde einen Druck aus.
Wäsche wird somit zwischen Walze und Mulde hin-
geschleift und durch den Druck der Walze mit
geplättet, während die Heizung der Mulde die
he trocknet.

n Verhältnis zum Umfang des Zylinders der vorher
ilderten Zylindermangel ist die Heizfläche der Mulde
, weil immer nur ungefähr die halbe Fläche des
enumfanges wirkt. Die Wäsche wird daher bei
Durchgang in den meisten Fällen kaum trocken
Um die Leistung der Maschine zu erhöhen und das
nen bei einmaligem Durchgang zu ermöglichen,
von innen aus dem Zylinder die Luft und somit
die Umwicklung *i* die Feuchtigkeit aus der Wäsche
augt. Zu diesem Zweck sind die Löcher *g* und die
Löcher im Blech *h* vorgesehen. Das Absaugen er-
folgt seitlich durch den Walzenzapfen *k*. Dieser Zapfen
ist hohl und nimmt ein im Innern längslaufendes Rohr *l*
auf. Das Rohr *l* ist ebenfalls gelocht, so daß die Saugwirkung in der ganzen Walze gleichmäßig verteilt wird. An den Flansch *m* des Rohres *l* schließt der Exhaustor an. In den Zylinder tritt also auch Feuchtigkeit, weshalb, wie schon gesagt, die Augen bei den Löchern *g* nötig sind, damit die Feuchtigkeit nicht wieder austreten kann. Diese Feuchtigkeit wird allmählich durch das kräftige Ansaugen jeweilig verdunstet.

Durch die Absaugevorrichtung haben diese Mangeln erst einen großen Wert bekommen und konnten den Wettbewerb mit der Zylindermangel aufnehmen. Allerdings sind bei diesen Maschinen trotzdem die Leistungen beschränkt, weil man die Walzen nicht mit dem Durchmesser ausführen kann, wie die Zylinder der Zylindermangeln. Die Reibfläche und der Druck auf der Mulde würde zu groß werden. Man führt diese Zylinder mit etwa 300, 400, 500, 600 bis 800 mm Dmr. aus bei Längen von etwa 1600 bis 3500 mm.

In der Regel wird die Wäsche, wie bei der Zylindermangel, durch Eingabegurte *n* der Mulde zugeführt. Die Gurte werden durch die Walze *o* angetrieben. Diese Walze ist zur Erzielung einer rauhen Fläche mit Filzstoff überzogen. An der Eingabeseite ist ein Wäschekasten *p* angeordnet, der die geschleuderte Wäsche aufnimmt und an der Ausgabeseite ein Tisch *q*, von dem die fertige Wäsche abgenommen wird. Damit Unglücksfälle vermieden werden, ist an der Eingabeseite vor der Walze eine pendelnde Klappe *r* wie bei der Zylindermangel vorgelagert, die beim Anstoßen nach hinten schwingt und die Maschine stillsetzt. Um nach Betriebseinstellung die Umwicklungen der Walze vor dem Versengen durch die heiße Mulde zu schützen, ist eine Vorrichtung vorhanden, um die Walze hochzuheben. Dies wird entweder mit der Hand oder auch durch Kraftbetrieb bewerkstelligt.

Die Muldenmangeln zeichnen sich durch Einfachheit aus, da die vielen Gurte der Zylindermangeln fortfallen. Außerdem sind sie viel niedriger und übersichtlicher gebaut. Dagegen ist, wie schon gesagt, die Leistung begrenzt. Muldenmangeln verbrauchen: Dampf etwa 20 bis 115 kg/h, Kraft etwa 0,4 bis 2,5 PS.

Diese Muldenmangeln werden in verschiedenen Spielarten ausgeführt. So zeigt Abb. 12 eine Maschine, mit der man eine hohe Leistung erzielen will, indem man ähnlich der Zylindermangel eine große Heizfläche schafft. Man schaltet mehrere Mulden hintereinander und muß auch dementsprechend mehrere Walzen verwenden. Für größere Betriebe kommen Vier- bis Fünfmuldenmangeln in Frage. Die Walzendurchmesser sind allerdings kleiner als bei der Einmuldenmangel; sie werden im Durchschnitt mit etwa 300 mm gewählt. Absaugevorrichtungen hat man an diesen Mangeln nicht, weil ja die hohe Leistung durch die große Heizfläche erzielt wird. Diese Maschinen findet man allerdings in Deutschland selten, während sie in Amerika häufiger gebraucht werden.

Abb. 12
Mangel mit vier Mulden

Eine verhältnismäßig kleine Universalmaschine ist die Muldenmangel, Abb. 13. Grundsätzlich entspricht sie der bereits geschilderten Maschine nach Abb. 10 und 11; jedoch findet man sie am häufigsten mit etwa 250 bis 280 mm Walzendmr. bei 800 bis 2000 mm Länge. Die Mulde wird in der Regel mit Gas beheizt und ist nicht als Hohlkörper ausgebildet. In der Zeichnung bedeutet *a* die umwickelte Walze, *b* die Mulde, *c* die Gasbrenner, *d* den Eingabetisch, *e* den Ausgabetisch, *f* den Ständer und *g* den in einem Gelenk gelagerten Arm zur Aufnahme der Walzenzapfen. Dieser Arm läßt sich, wie g_1 darstellt, umklappen, so daß die Walze in Lage a_1 kommt, damit die Umwicklung nach dem Stillsetzen nicht versengt wird. Der Eingabetisch *d* läßt sich zurückschieben, sobald die Finger beim Einlegen der Wäsche zwischen Walze und Mulde zu geraten drohen. Durch das Zurückschieben des Tisches wird die Maschine ausgerückt und steht still. Man kann auf dieser Mangel glatte Wäschestücke plätten und verwendet sie dazu in Kleinwäschereien, wo noch keine Dampfanlage vorhanden ist. Eine besondere Bedeutung gewinnt diese Maschine zum Plätten von Kragen, wobei sie eine gute Wäsche bei höchster Leistung liefert. Infolgedessen wird diese Maschine in jeder Wäscherei angeschafft und macht sich sehr bald bezahlt. Natürlich ist bei glatter Wäsche die Leistung wesentlich geringer als bei den großen Mangeln. Wäsche, die unmittelbar aus der Schleuder kommt, muß etwa 3- bis 4mal die Maschine durchlaufen. Zur Erzielung einer höheren Leistung führt man diese Maschine jetzt auch mit Absaugvorrichtung aus.

Trockner

Leib- und Stärkewäsche und dergleichen erfordert eine umständlichere Behandlung und dementsprechend auch eine größere Anzahl von verschiedenen Maschinen. Ein Teil der Wäsche muß nach dem Schleudern getrocknet werden. Vor allen Dingen kommt hierbei flauschige Wäsche, wie Frottierhandtücher, Bademäntel, Kinderwäsche usw., in Frage. Die andern Wäschestücke braucht man bei dem heutigen Stande der Technik nicht mehr vorzutrocknen, da auf den weiter behandelnden Maschinen getrocknet wird. Derartige Badewäsche wird in den meisten Fällen in sogenannten Kulissentrocknern getrocknet, Abb. 14. Die Kulissen bestehen aus Blech- oder Holzwänden *a* von rd. 1,5 bis 2 m Höhe und 300 bis 400 mm Breite. Diese Wände sind durch Stützstangen *b* miteinander verbunden; deren Länge beträgt rd. 2 bis 3 m. Zwischen den Wänden *a* sind Holzstangen *c* angeordnet, auf denen die Wäsche aufgehängt wird. An dem oberen Teil der Wände sind Laufrollen *d* befestigt, die auf Längsschienen *e* laufen. Je nach

Abb. 13
Muldenmangel

a Umwickelte Walze
a_1 Walze *a* hoch geklappt
b Bügelmulde
c Gasbrenner
d Eingabetisch
e Ausgabetisch
f Ständer
g Lagerarm
g_1 „ hoch geklappt

dem Anfall der Wäsche werden die Kulissen sprechender Anzahl nebeneinander angeordnet. Kulissen werden von einem Holzumbau *f* umsc Auf dem Fußboden sind Rippenrohre *g* zur Heiz lagert. Darüber ist ein Rost *h* angebracht, der fallende Wäsche vor den Rippenrohren schützt. D derwand des Holzumbaues ist offen und wird du Wände *a* abgeschlossen. Zum Be- und Entladen die Kulissen herausgezogen. In diesem Falle schl hintere Wand die vordere Öffnung ab, damit di nicht entweichen kann. Bei größeren Trocknern w der Decke noch ein querlaufender Abluftkasten gesehen, damit sich dort die verbrauchte Luft s kann. Die Frischluft tritt von unten durch einen in den Trockner, wobei unter jedem Rippenrohre S durch die Decke nach oben führen. Die verbrauch entweicht durch das blecherne Abluftrohr *m*. Fris Abluft werden durch Klappen (z. B. *n*) geregelt. Einrichtung wird sehr viel gebraucht.

Abb. 14
Kulissentrockner

a Blech- oder Holzwände
b Stützstangen
c Aufhängestangen für die Wäsche
d Laufrollen
e Längsschienen
f Holzumbau
g Rippenrohre zur Heizung
h Rost zum Schutz der Wäsche
i Abluftkasten
k Frischluftkanal
l Schlitze für die Frisch
m Abluftrohr
n Klappen zum Regeln Frisch- und Abluft

Man hat auch Trockner mit längslaufenden auf denen runde Holzstangen liegen und die durch Führung die Trockenkammer in der Längsrichtung wandern. Die Wäsche wird an der Vorderse Trockners auf die Stangen gehängt und fällt dann hinteren Seite mit der Stange wieder heraus. Es gi drehbare Trockner und dergleichen, auf di wegen der geringen Bedeutung und der seltenen dung nicht eingegangen zu werden braucht.

Bügelmaschinen

In der gewerblichen Wäscherei spielt die Stärk eine große Rolle, und man ist ständig bemüht, d der fertiggestellten Kragen zu verbessern. Eine M die sehr gute Kragen liefert, ist die Tischbüge Schlittenmaschine, Abb. 15 bis 17. In der Hauptsa steht sie aus einem Tisch *a*, der mit einer dicken F und dem Nesselüberzug *b* bedeckt ist. Dieser Tis sich in den Schienen *c* hin und her bewegen. Ü Tisch ist in den Seitenständern *d* eine glatt polierte gelagert. Diese Walze wird von innen beheizt, u meist durch einen Gasbrenner *f*. Es findet sich ab Dampfheizung und elektrische Heizung. Die Walze sich entsprechend dem Hin- und Hergang des rechts und links herum und drückt auf den Tisc

Abb. 15 bis 17
Tischbügelmaschine

a Bügeltisch *b* Nessel- und Filzüberzug *c* Führungsschienen *d* Seitenständer *e* glatt polierte Walze *f* Gasbrenner *g* Stellrad *h* Walze zum Bewegen des Tisches *a* *i* Rahmen dazu *k* Fest- und Losscheiben *l* Tritthebel } zum Verschieben *m* Ausrücker } der Riemen

: ist durch das Stellrad *g* regelbar. Außerdem ist ein Handhebel zum Regeln im Betrieb vorhanden. Der wird durch die Walze *h* hin und her bewegt. *h* liegt em Rahmen *i*, der durch das Stellrad *g* gehoben oder ıt werden kann.

ie Kragen werden auf dem Tisch ausgebreitet und en sich unter der Heizwalze hin und her, wobei die , die etwas Voreilung hat, auf den Kragen drückt, oliert und gleichzeitig trocknet. Durch das Ben mit der kleinen Auflagerfläche der Walze wird sserer Schliff erzielt als in der großen Fläche der nach Abb. 13. Gleichzeitig wird der Kragen gut ättet, weil die noch losen Stofflagen vom Tisch und Valze gleichmäßig mitgenommen werden, sich also Falten bilden; bei der Muldenmangel dagegen wird ragen von der Mulde festgehalten, während ihn die weiterzieht.

ie Tischbügelmaschine eignet sich daher auch sehr m Anplätten. Wenn man also mit beiden Maschinen Abb. 13 und 15 bis 17 arbeiten will, so plättet man r Tischbügelmaschine vor und erzielt dadurch zuschon einen feineren Schliff und das Zusammen- der einzelnen Stofflagen; sodann plättet man auf uldenmangel weiter, wodurch ein schnelleres Trocker Wäsche erreicht wird.

ie Drehrichtung wird bei der Tischbügelmaschine einer Fest- und zweier Losscheiben *k* umgeschaltet. den Tritthebel *l*, der mit dem Ausrücker *m* in Verıg steht, werden die Riemen verschoben. Man hat auch die Maschine so ausgebaut, daß sich die Riemen selbsttätig verschieben und das Treten nicht mehr nötig wird.

Abb. 18
walzen-Bügelmaschine

Ieizwalze *b* Brenner ickelte Walze *d* Stoffklung für *c* *e* kegeliges zblech *f* Auffangblech

Abb. 19
Dreiwalzen-Bügelmaschine

a Heizwalze
b Führungsblech

Eine weitere Maschine, die grundsätzlich der Tischbügelmaschine gleicht, ist die Zweiwalzen-Bügelmaschine, Abb. 18. *a* ist die glatt polierte Heizwalze mit dem Brenner *b*. An die Stelle des Tisches tritt hier eine zweite Walze *c*, die mit Stoff *d* umwickelt ist. Diese beiden Walzen laufen ständig in der angegebenen Pfeilrichtung und können je nach Bedarf aneinandergedrückt werden. Durch ein längslaufendes, kegeliges Schutzblech *e* wird der Kragen zwischen die beiden Walzen geführt; er fällt auf ein Auffangblech *f* und kann wieder den Walzen zugeführt werden, bis er angeplättet oder fertiggestellt ist.

Abb. 19 zeigt eine ähnliche Maschine. Sie hat jedoch drei Walzen. Die Kragen werden um die halbe Heizwalze *a* mittels eines Führungsbleches *b* geführt. Dabei wird die Heizfläche der Walze besser ausgenutzt und ein schnelleres Trocknen erzielt. Man baut auch ähnliche Maschinen mit mehr Heizwalzen, auf denen man die Kragen möglichst schnell und mit feinem Glanz und Schliff behandeln kann.

Weitere Bearbeitungsmaschinen für Kragen sind R u n d e m a s c h i n e n, die den Kragen gleichzeitig an den Rändern glätten und ihm die runde Form geben. Für Umlagkragen hat man Maschinen, die die Naht in der Mitte anfeuchten, damit der Kragen ohne Brechen umgebogen werden kann. Ebenso gibt es als Pressen ausgebildete Maschinen zum Umlegen der Ecken oder Kläppchen. Alle diese Einzelheiten aufzuführen, würde zu weit gehen, jedenfalls kann man sämtliche Arbeiten maschinell durchführen und erzielt damit immer eine äußerst genaue und hohe Leistung.

P r e s s e n

Parallel mit der Behandlung des Kragens geht die Behandlung des Hemdes, das heute wohl ausschließlich nur noch als Faltenhemd angetroffen wird. Neuzeitlich ausgebaute Wäschereien führen diese Arbeit fast ausschließlich nur noch mit Pressen aus. Als Presse denke man sich einen Tisch, auf dem das Wäschestück aufgespannt wird, und darüber einen geheizten Schuh mit fein polierter Heizfläche, der auf den Tisch gedrückt wird. Durch die Heizung und Pressung wird eine sehr feine Plättwirkung erzielt. Man hat für die einzelnen Hemdteile verschiedene Pressen, wobei die Bearbeitung so vor sich geht, daß man zuerst das Hemdbördchen, darauf den Nacken, dann die Manschetten, darauf die Brust und schließlich den Rumpf plättet. Abb. 20 und 21 zeigen eine Hemdenbrustpresse. *a* ist die Hemdenbrust, die auf den darunterliegenden, mit Stoff bespannten Tisch aufgespannt ist. Das vorher geplättete Bördchen wird an das Segment *b* gelegt und mit einem Bügel *c* festgeklemmt. Den Rumpf klemmt man unter ein nur in einer Richtung drehbares Vierkantholz *d*,

wodurch sich die Brust schön glatt spannt. Der übrige Teil des Hemdes liegt in einem Messingblech *e*, damit es nicht schmutzig wird. *f* ist der Schuh, ein gußeiserner Hohlkörper, der sowohl mit Dampf als auch mit Gas oder elektrisch geheizt wird. Die untere Fläche ist sehr glatt poliert. Man hat nun Pressen, bei denen der obere Schuh auf den Tisch gepreßt wird, und auch umgekehrt solche, bei denen der Tisch von unten nach oben an den Schuh preßt. Diese Pressen werden meist mit der Hand oder dem Fuß betätigt und brauchen verhältnismäßig wenig Heizung. Da außerdem wenig geschultes Personal erforderlich wird, so stellt sich die Bearbeitung auf diesen Pressen sehr billig.

Abb. 22 zeigt eine große Presse für den Hemdenrumpf. Man legt das Hemd in verschiedenen Handhabungen auf den mit Stoff überzogenen Tisch *a*. Der geheizte und unten gut polierte Plättschuh ist *b*. Durch den Handgriff *c* wird er nach unten bewegt und durch den Fußtritt *d* auf den Tisch gepreßt. Der Druck ist durch das Handrad *e* einstellbar. *f* sind Ausgleichgewichte. Der Metallschlauch *g* dient dazu, durch die Polsterung des Tisches *a* hindurch die Feuchtigkeit aus der Wäsche mittels Exhaustor abzusaugen, wodurch auch gleichzeitig das Polster trocken bleibt. Diese Absaugvorrichtung wendet man jetzt bei allen Pressen an und erzielt dadur bessere Leistung, während außerdem noch die F keit ins Freie befördert wird. Auf dieser Presse man den Hemdenrumpf, Kittel, Leinenjacken, auch Spitzenarbeiten, die nicht verschoben werden dürf

Die letzte Arbeit an derartigen schwierigen V stücken wird durch Handbügeleisen geleistet, be man in den meisten Fällen Preßgaseisen verwende Preßgas hat sich überhaupt in Wäschereien seh eingeführt und wird bei sämtlichen gasbeheizten nen usw. fast durchweg verwendet. In einem Ve wird das gewöhnliche Leuchtgas auf etwa 0,15 dichtet. Es strömt dann durch eine Düse in die M Durch dieses kräftige Ausströmen wird viel Sa angesogen, wodurch eine gute Verbrennung und ei ersparnis von rd. 25 vH erzielt wird. Die er Preßgaseisen sind durch einen dünnen Schlauch Preßgasleitung verbunden und erhalten ständig Ga so daß also die Plätterin an ihrem Platz stehen und ohne Unterbrechung plätten kann.

[B 2740] (Schluß f

RZ 2740 Z 20 u. 21

Abb. 20 und 21
Hemdenbrustpresse

a Hemdenbrust
b Segment zum Halten des Bördchens
c Bügel zum Festklemmen
d drehbares Vierkantholz
e Messing-Schutzblech
f geheizter Bügelschuh

RZ 2740 Z 22

Abb. 22
Große Presse für Hemdenrümpfe

a Mit Stoff überzogener Tisch
b Plättschuh
c Handgriff zum Bewegen von *b*
d Fußtritt zum Pressen von *b* auf *a*
e Handrad zum Einst des Preßdruckes
f Ausgleichgewichte
g Metallschlauch zum saugen der Feuchtig

Regelung des Kraftomnibusverkehrs im Bereich von New York

Die Stadt New York hat am 28. Juli d. J. die Verträge genehmigt, wonach der Equitable Coach Co. die Einrichtung von Kraftomnibuslinien im Bereiche der Stadtteile Manhattan, Brooklyn und Queens, der Surface Transportation Co. das gleiche Recht für den Stadtteil Bronx und der Tompkins Bus Corporation der Verkehr für den Stadtteil Richmond oder Staten Island übertragen wird. Mit der Aufnahme des Verkehrs ist allerdings nicht so schnell zu rechnen, weil noch manche Hindernisse bei andern zuständigen Behörden bevorstehen, die zum Teil andre Bewerber bevorzugt hatten.

Nach dem abgeschlossenen Vertrag hat die Equitable Coach Co. das Recht, insgesamt 55 Linien von rd. 370 km Gesamtlänge einzurichten, wofür 530 Eindeckomnibusse beschafft werden. Der Fahrpreis soll im allgemeine tragen, doch sollen längere Linien in Teilstrecke werden. Auch Umsteigeverkehr gegen Zuschlag ist in Aussicht genommen. Die Gesellschaft z ihren Roheinnahmen aus dem Verkehr in Manha in Brooklyn 5 vH, aus den Einnahmen in Quee mindestens jedoch jährlich rd. 1,68 Mill. ℳ, an d Die Mindestabgabe für den Verkehr in Bronx, Linien mit rd. 90 km Gesamtlänge genehmigt 80 Eindeckwagen fahren sollen, wird rd. 105 000 lich, die Mindestabgabe für Staten Island rd 100 ℳ lich für jeden Omnibus betragen. Für diesen Stad 18 Linien mit 126 km Gesamtlänge genehmigt, 125 Wagen eingestellt werden. Die Verträge fünf Jahre abgeschlossen. („Bus Transportation" ber 1927 S. 516) [N 832]

Zur Entstehung des Gußgefüges

Von Frhrn. v. Göler und G. Sachs

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung

Gefügeausbildung von Güssen, ein Wärmeleitungsproblem — Aufwachsen strahliger Kristalle senkrecht auf Wandungen — Gießversuche mit Zink in Messingrohr verschiedener Gestalt — Gefügeausbildung und Böschungsfigur — Behinderter Wärmeabfluß an einspringenden Ecken verbunden mit Lunkerbildung und Anhäufung von Verunreinigungen — Ähnliche Vorgänge

Die Eigenschaften eines Gußstückes hängen von seinem Aufbau ab, d. h. von der Kristallausbildung, der Anordnung der Verunreinigungen und Undich-[...]eiten[1]). Diese letzteren sind aber von der Kristallaus-[...]ung nicht unabhängig, oder sie hängen wenigstens von [...] gleichen Faktoren ab, so daß das Gefügebild eines [...]stückes bis zu einem gewissen Grad auch über seine [...]enschaften Aufschluß gibt. Besonders in letzter Zeit [...] man vielfach eine Verbesserung der Eigenschaf-[...] durch planmäßige Beeinflussung des Gefüges zu er-[...]hen versucht[2]).

Von diesem Gesichtspunkt aus hat die Erkenntnis der [...]etze, denen die Kristallausbildung unterliegt, eine große [...]ktische Bedeutung. Über die Gesetze der Erstarrung [...]sen wir heute jedoch nur äußerst wenig. In welcher [...]ise die durch Größe, Gestalt, Orientierung und An-[...]nung der Kristalle mannigfaltig unterschiedenen Gefüge-[...]ler zustande kommen, ist bisher kaum untersucht worden.

Die Frage der Gefügeausbildung ist ein Problem [...] Wärmeleitung. Während der Erstarrung ist die [...]nze fest-flüssig stets eine Fläche konstanter Tempera-[...] und die Kristalle wachsen senkrecht zu dieser Fläche, [...]. in Richtung des stärksten Temperaturgefälles weiter[3]). Die mathematische Aufgabe, die Temperaturverteilung [...] insbesondere die jeweilige Lage der Erstarrungsfläche [...] der Linien des Temperaturgefälles zu berechnen, bietet [...]ebliche mathematische Schwierigkeiten und ist bisher [...]ost in einfachen Fällen nur unter Vernachlässigungen [...]bar, die für die vorliegende Aufgabe unzulässig sind[4]).

Für die hauptsächlich in Frage kommenden Fälle zylin-[...]scher und prismatischer Güsse gibt es jedoch eine Reihe [...]glichkeiten, aus Versuchen über den Verlauf der Erstar-[...]ig und des Kristallwachstums einige Regeln abzuleiten. [...]r beschränken uns im folgenden auf Bedingungen, bei [...]ıen der Mantel des Gusses an allen Stellen auf gleicher [...]mperatur gehalten wird. Dieser einfachste Fall wird [...]h zwar nicht vollständig verwirklichen lassen, da der [...]ß sich einerseits infolge Wärmezusammenziehung und [...]rumpfung von der Kokille loslöst, und anderseits die [...]ßoberfläche ungleichmäßige Temperatur haben wird. [...]e Versuche zeigen jedoch, daß die dadurch bedingten [...]rungen in der Gefügeausbildung gering sein müssen, [...] das Ergebnis von den Versuchsbedingungen wenig be-[...]flußt wird.

Ist die Frage einmal für diesen einfachsten Fall so weit [...]öst, daß die Gefügeausbildung für jeden irgendwie ge-[...]lteten Körper vorausgesagt werden kann, so dürfte es [...]ine Schwierigkeiten bilden, qualitativ auch den Einfluß [...]gleichmäßiger Abkühlung zu berücksichtigen.

Die erste Aufgabe, die wir uns nun stellen, ist die [...]ststellung der Beziehungen zwischen dem Querschnitt [...] Gußform und der Kristallausbildung. In welcher [...]eise diese weiterhin durch die Gußtemperatur und die [...]kühlungsbedingungen bestimmt wird, sei einer späteren [...]tersuchung vorbehalten.

[...]eßversuche mit verschiedenartig gestalteten Kokillen

In Güssen treten häufig strahlige Kristalle[5]) auf, die [...] zu einem gewissen Grade über den Erstarrungsver-[...]uf Auskunft geben. Die Längsrichtung der strahligen Kristalle muß nämlich an jeder Stelle senkrecht auf der augenblicklichen Erstarrungsfläche stehen; das Wachstum erfolgt also in Richtung des Temperaturgefälles, das auch den Wärmestrom bestimmt. Denn wie sich geometrisch leicht zeigen läßt, schreiten gleich schnell nebeneinander wachsende Kristalle in Richtung des Wärmestroms fort, ohne sich gegenseitig zu verdrängen[6]). Wenn letzteres trotzdem häufig zu beobachten ist, so sind hierfür Unterschiede in den Wachstumsgeschwindigkeiten der in der Regel verschieden gerichteten Kristalle oder Unregelmäßigkeiten im Erstarrungsvorgang verantwortlich zu machen.

Die strahlige Gefügeausbildung gibt also Aufschluß über das Fortschreiten der Erstarrung im Guß.

Es ist auch von einigem praktischen Wert, die Gesetze der strahligen Gefügeausbildung zu kennen. Denn das Auftreten strahliger Kristalle fürchtet der Betriebsingenieur wegen der damit häufig verbundenen schlechten Weiterverarbeitbarkeit der Güsse[7]). Dies beruht wohl hauptsächlich auf der ungünstigen Verteilung von Verunreinigungen und Hohlräumen in solchen Güssen. Durch entsprechende Gestaltung der Gußformen und Beeinflussung der Temperaturverteilung auf andre Weise sucht man bisweilen diese Fehler zu verringern.

Unter welchen Umständen strahlige Kristalle entstehen, ist bisher nicht geklärt; jedenfalls werden sie nach äußerlich sehr verschiedenen Abkühlungsbedingungen beobachtet. Dies ist an sich nicht besonders verwunderlich, da ja die Kristallausbildung allein vom Verlauf der Erstarrung abhängen muß, nicht aber von den Temperaturverhältnissen vor und nach der Erstarrung. Eine Untersuchung der genauen Zusammenhänge ist in einer späteren Arbeit vorgesehen.

Die Ausbildung des Gefüges wurde nun an einer Reihe von Z i n k g ü s s e n verfolgt, die in kleinen Kokillen aus verschiedenartig gestaltetem Messingrohr von 1 mm Wanddicke hergestellt wurden. Die Kokillen wurden mit der Schmelze gefüllt und nach 10 bis 15 s in kaltes Wasser gestellt, so daß die Temperatur der äußeren Messingwandung zwischen 20 und 50° angenommen werden kann.

Bei einigen Vorversuchen ergab sich, daß nur in einem engen mittleren Bereich der Gießtemperatur ein durchgängig strahliges Gefüge erreicht werden konnte, das eigenartigerweise häufig sehr grob ausfiel. Bei Gießtemperaturen, die gerade ausreichten, um den größten Teil der Schmelze bis zum Eintauchen ins Wasser flüssig zu erhalten, fielen die Kristalle verhältnismäßig klein aus mit Andeutungen strahliger Gestalt, Abb. 15; bei hohen Gießtemperaturen war meist nur der Rand strahlig ausgebildet, während die Mitte feinkörnig ausfiel, Abb. 9.

Die Versuche waren nicht eingehend genug, um bei jeder Kokillenform die für die Ausbildung strahliger Kristalle günstige Gießtemperatur zu erkennen. Im allgemeinen erwies es sich als ausreichend, bei Kokillen von großem Querschnitt bei etwa 525° bis 550°, bei kleinem Querschnitt bis 600° hinauf zu vergießen. Bei dünnwandigen Kokillen (0,5 mm Wanddicke) konnte bis 450° hinabgegangen werden. Auf diese Weise wurde eine Anzahl von Güssen hergestellt und von ihnen Querschnitte angeätzt[8]), von denen einige in Abb. 1 und f. wiedergegeben sind.

[1]) O. B a u e r und G. S a c h s, „Metall und Erz" Bd. 25 (1927) [...]54.

[2]) A. W. u. H. B r e a r l e y, Blöcke und Kokillen, Berlin 1926, [...]ius Springer; F. L e i t n e r, Ber. Werkstoffausschuß V. d. E. Nr. 57, 77 [...]5); „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 525 u. f.; W. W u n d e r, Z. f. [...]allk. Bd. 19 (1927) S. 275; P. S i e b e und L. K a t t e r b a c h, Z. f. [...]allk. Bd. 19 (1927) S. 177.

[3]) W. R o s e n h a i n, An Introduction to the Study of Physical [...]allurgy, London 1916. S. 286.

[4]) R i e m a n n - W e b e r, Partielle Differentialgleichungen II. Bd. [...] S. 117.

[5]) Vergl. J. C z o c h r a l s k i, Moderne Metallkunde, Berlin 1924.

[6]) Vergl. A. S c h u b n i k o w und G. L ä m m l e i n, Z. Krist. Bd. 65 (1927) S. 297. Den umgekehrten Fall, daß ein schneller wachsender Kristall in einer Röhre alle anderen verdrängt, behandeln R. G r o ß und H. M ö l l e r, Z. f. Phys. Bd. 19 (1923) S. 375.

[7]) A. W. und H. B r e a r l e y, Blöcke und Kokillen, S. 4 u. f.; W. W u n d e r, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 275; J. C z o c h r a l s k i, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926) S. 1 u. f.; E. S e i d l und E. S c h i e b o l d, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 221 u. f., Bd. 18 (1926) S. 241 u. f.; O. B a u e r und G. S a c h s, „Metall und Erz" Bd. 25 (1927) S. 154; P. S i e b e und L. K a t t e r b a c h, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 177.

[8]) Abwechselnd mit Lösung mit 20 vH $CuCl_2$ und Salzsäure (20 vH)

Abb. 1
Querschnitt eines zylindrischen Zinkgusses. (Gegossen bei 540 °C; geätzt mit Kupferchlorid und Salzsäure; 1,9 mal vergr.)

Abb. 2
Ausschnitt aus dem Querschnitt einer Zinkplatte. (Gegossen bei 525 °C; 2,8mal vergr.)

Abb. 3
Zinkguß mit dreieckigem Q schnitt. (Gegossen bei 550 1,9mal vergr.)

Abb. 4
Zinkguß mit quadratischem Querschnitt. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

Abb. 5
Zinkguß mit sechseckigem Querschnitt. (Gegossen bei 540 °C; 1,9mal vergr.)

Abb. 6
Zinkguß mit achtecki Querschnitt. (Gegossen 525 °C; 1,9mal vergr.

Wir können nun diesen Abbildungen einige Regeln über die Abhängigkeit der Gefügeausbildung vom Querschnitt der Kokille entnehmen.

Beim K r e i s - Q u e r s c h n i t t, Abb. 1, ist die radiale Aufwachsung der Kristalle selbstverständlich; diese Ausbildung folgt einfach aus der Rotationssymmetrie des Querschnitts. In Wirklichkeit fällt allerdings das Gefügebild stets etwas ungleichmäßig aus; wohl infolge des verstärkten Wettstreites, den die allmähliche Verjüngung der Kristalle nach innen zu erweckt, bilden sich einige Kristalle auf Kosten der andern besonders stark aus.

Ebenso einfach ist der Fall einer unendlich ausgedehnten planparallelen P l a t t e, wie sie etwa durch den mittleren Teil eines flachen rechteckigen Querschnitts, Abb. 2, verwirklicht wird. Auf jeder der beiden ebenen Begrenzungsflächen wachsen die Kristalle senkrecht auf und treffen sich schließlich in der Mitte in einer scharfen Trennungslinie.

Um die Gefügeausbildung der übrigen Querschnittformen klar zu erkennen, erscheint es zweckmäßig, die Begrenzungsfläche in einfach gestaltete Formen aufzu und zunächst diese zu betrachten. Das Gefügebild sich dann stets mit guter Annäherung durch einfach sammensetzung dieser Grundformen.

Bei K r e i s s t ü c k e n, Abb. 8 und 9, wachsen Kristalle ganz wie bei rundem Querschnitt radial au treffen sich im Mittelpunkt.

Ausspringende E c k e n, vergl. Abb. 3 u. f., bilden fast so aus, als ob die Kristalle auf den beiden e Begrenzungen ganz ungestört voneinander aufwachse den Winkelhalbierenden treffen sich die Kristalle un den diese als scharfe Trennungslinie aus. In nä Nähe der Trennungslinie biegen die Kristalle meist nach innen zu ab; und in Richtung der Winkelhalbi den wächst häufig ein Kristall. Ist die Ecke nicht s sondern abgerundet, wie etwa in Abb. 8 und 9, so ka aus Kreisstück und Eckenstumpf zusammengesetzt w

Alle Querschnitte aus g l e i c h s e i t i g e n V e c k e n, Dreieck, Abb. 3, Quadrat, Abb. 4, Sechseck, A

Gegossen bei 525 °C

Gegossen bei 530 °C

Gegossen bei 600 °C

Abb. 7 bis 9
Zinkgüsse mit sternförmigen Querschnitten (1,9mal vergr.).

Abb. 10
nkguß mit rechteckigem Quer-
nitt. (Gegossen bei 525 °C;
1,9mal vergr.)

RZ690Z11

Abb. 11
Fortschreiten der Erstarrung in einem Guß mit rechteckigem Querschnitt

RZ690Z12

Abb. 12
Ideale Kristallausbildung in einem Guß mit rechteckigem Querschnitt

teck, Abb. 6 usw., bestehen also aus einer entsprechen- Zahl von Sektoren, in denen die Kristalle senkrecht den Begrenzungsflächen aufgewachsen sind. Das :he gilt wenig verändert für Vielecke mit ein- und aus- ngenden Seiten, Abb. 7 bis 9.

Das Rechteck, Abb. 10, kann aus Platte und Win- , die Ellipse aus Platte und Kreisbögen zusammen- tzt werden.

Die Gefügeausbildung der bis hierher behandelten rschnitte läßt sich nun in einfacher Weise konstruktiv olgen, womit gleichzeitig gewisse Aussagen über den arrungsvorgang verknüpft sind. Nach einer bestimm- Zeit, z. B. 1 s, nach dem Abschrecken des Gusses, hat nämlich auf den Kokillenwandungen überall eine feste cht von annähernd gleicher Dicke gebildet. Diese be- also die geraden Kanten des Querschnitts, z. B. eines ıtecks, Abb. 10, fast unverändert bei. A. W. und Brearley haben diese Tatsache durch Gießversuche Stearin unmittelbar nachgewiesen[9]). Trägt man nun Anzahl solcher Schichten entsprechend Abb. 11 bei ndeinem Querschnitt ein, verbindet die entstehenden rfen Ecken durch Trennungslinien und errichtet ent- chend Abb. 12 auf den Begrenzungslinien Senkrechte, rgibt sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen struktion, Abb. 12, und Versuch, Abb. 10.

Es sei gleich vorweggenommen, daß auch bei der Ver- ung von Eisenstäben entsprechenden Querschnitts ı den Versuchen von Bader und Nádai ganz gleich- ge Fließfiguren-Zeichnungen entstehen und daß diese so wie die Gefügezeichnungen den Gefällinien einer :hungsfläche, also etwa eines Daches oder eines Sand- ens, entsprechen[10]). Abb. 13 zeigt den Querschnitt s verdrillten rechteckigen Prismas.

Zu dieser Konstruktionsmöglichkeit ist zunächst eine esentliche Einschränkung zu machen. Der gradlinige auf der Kristalle ist in der Nähe der Trennungslinien er Regel etwas gestört, indem die Kristalle nach der e des Querschnittes zu abbiegen. Nur sehr selten sind diese Abweichungen, wie in Abb. 14, so groß, daß kennzeichnende Zeichnung eines Gusses verwischt wird. Selbst beim achteckigen Querschnitt, Abb. 6, der sich doch stark der Kreisform annähert, sowie auch den sternförmigen Querschnitten, Abb. 7 bis 9, sind die Trennungslinien meist scharf ausgeprägt. Die durch diese Zeichnungen aufgedeckten Wachstumsgesetze sind auch offenbar nicht an die Ausbildung von langen, strahligen Kristallen gebunden; denn selbst im Fall eines feinkörnigen Gefüges kann man, wie z. B. in Abb. 15, häufig das senkrechte Aufwachsen der Kristalle und die Ausbildung der Trennungslinien feststellen.

Wesentliche Unterschiede zwischen dem Gußgefüge und der Konstruktion ergeben sich aber, wenn der Querschnitt einspringende Ecken hat, Abb. 16 bis 18. Die Trennungslinien sind nun stets gegenüber der Konstruktion, Abb. 19 und 20, in der Weise verändert, daß sie in der Nähe der scharf einspringenden Ecken zu diesen hin gedrängt sind. Dort zeigen auch die Kristalle stärkere Abweichungen vom senkrechten Aufwachsen. Ersteres bedeutet zunächst nichts weiter, als daß die Erstarrung von einspringenden Ecken langsamer ins Innere fortschreitet, in ihrer Nähe also der Werkstoff länger heiß bleibt und daher auch das Temperaturgefälle stärker sein muß als an anderen Stellen.

Die Ursache hierfür ist leicht einzusehen: Würde man in Analogie zur ausspringenden Ecke annehmen, daß sich nach Abb. 20 die Gefällinien geradlinig ins Innere fortsetzen, so müßte die Wärme des ganzen Sektors radial durch die Ecke abfließen. Dies ist aber unmöglich. Die aus dem Sektor abfließende Wärmemenge muß sich daher auf die Nachbarschaft der Ecke verteilen, was etwa einen Verlauf der Gefällinien nach Abb. 21 zur Folge hat. Immerhin tritt dabei eine Zusammendrängung der Gefällinien nach der Ecke hin ein, die eine Erschwerung des Wärmeabflusses bedeutet, d. h., wie Abb. 22 veranschaulicht, ein langsameres Fortschreiten der Erstarrungsfläche. Betont sei, daß alle Versuche und auch Beispiele aus der Praxis ein nahezu senkrechtes Aufwachsen der Kristalle auf dem Rand erkennen lassen[11]). Es folgt hieraus, daß keine nennenswerte Erhöhung der Randtemperatur in der Ecke stattfindet, da ja die Isothermen senkrecht auf den Gefäll-

[9]) A. W. und H. Brearley, Blöcke und Kokillen, S. 10 u. f.
[10]) W. Bader und A. Nádai, Z. Bd. 71 (1927) S. 317.

[11]) Vergl. auch Abb. 123 bei W. Rosenhain, Physical Metallurgy S. 292. Seine Konstruktion der Isothermen in Abb. 124 entspricht jedoch nicht der Orthogonalität.

Abb. 13
ießfiguren in einem verdrillten
sen-Flachstab. (Nach Bader und Nádai.)

Abb. 14
Zinkguß mit krummlinigem Kristallwachstum. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

Abb. 15
Feinkörniger Zinkguß. (Gegossen bei 500 °C; 1,9mal vergr.)

Abb. 16 und 16 a
Zinkgüsse mit Winkel-Querschnitt. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

linien stehen. Auf diese Weise ergibt sich ja auch Abb. 22 konstruktiv aus Abb. 21.

Von Bedeutung für die Praxis erscheint besonders die Tatsache, daß bei sonst gleicher Dicke des Gusses und überall gleichen Abkühlungsbedingungen an den Wandungen das Metall in der Nähe einer einspringenden Ecke am längsten flüssig bleibt. An diesen Stellen entstehen daher stets Lunker und häufen sich die Verunreinigungen an.

Bei ausspringenden Ecken müßte nun eigentlich infolge der erhöhten Möglichkeit des Wärmeabflusses die Trennungslinie von den die Ecke bildenden Kanten weiter entfernt sein, als etwa von einer geraden Begrenzung. Wie weitere Versuche gezeigt haben, ist aber diese Abweichung verhältnismäßig gering gegenüber der Wirkung einspringender Ecken. Sie ist auch außerdem praktisch deshalb noch von geringer Bedeutung, weil scharfe ausspringende Ecken selten allein auftreten. Bei symmetrischen Querschnitten treten aber aus Symmetriegründen die besprochenen Verschiebungen der Trennungslinien nicht ein.

Daß es sich wirklich bei einer einspringenden Ecke um einen behinderten Wärmeabfluß handelt, ist leicht einzusehen. Denken wir uns z. B. bei einer ausspringenden Ecke den einen Schenkel gegen Wärmeabfluß isoliert, so bleibt die Schmelze in dessen Nähe heiß. Die Kristalle wachsen also vom anderen Schenkel an den isolierten heran, so daß die Trennungslinie ganz dicht an diesen herangeschoben wird.

Ähnliche Vorgänge

Die Ähnlichkeit physikalischer Vorgänge findet ihren Ausdruck in der formalen Übereinstimmung der mathematischen Ansätze. Da von derartigen verwandten Aufgaben sich oft die eine oder andere durch größere Anschaulichkeit oder leichtere Zugänglichkeit für den Versuch auszeichnet, bieten solche Gleichnisse gelegentlich wertvolle Hilfsmittel zur Lösung von Fragen, wenn der rechnerische Ansatz an sich nicht auflösbar ist[12]).

Dem Erstarrungsvorgang weitgehend ähnlich ist die Auskristallisation einer Lösung, deren Lösungsmittel am Rande fortgeführt wird. Das Verhalten des Lösungsmittels ist bestimmt durch die Diffusion[sglei]chung, die mit der Differentialgleichung der Wärmele[itung] formal übereinstimmt, wenn man an Stelle der Tempe[ratur] die Konzentration einsetzt. Auch die Bedingungen a[n der] Erstarrungs-(Kristallisations-)fläche stimmen dann ein. So wären z. B. bei langsamem Kristallisieren gesättigten Salzlösung in einem porösen Zylinder, de[r] Diffusion des Wassers erlaubt, ganz gleiche Gefü[ge]bildungen wie beim Erstarren zu erwarten.

Ein anderer Vorgang ist dagegen die spontane K[ristal]lisation unterkühlter Lösungen. Ein solcher Fall z. B. bei einer zähen Zuckermasse, Abb. 23, vor, w[ie sie] zur Herstellung von Konfitüren verwendet wird. B[eim] Erstarrung oder beim Kristallisieren ist für das Kr[istall]wachstum die Fläche der Erstarrungstemperatur oder [Aus]scheidungskonzentration maßgebend, die je nach de[n Be]dingungen mit örtlich und zeitlich wechselnder Gesc[hwin]digkeit und Richtung vorwärts wandert. In unterk[ühlten] Lösungen dagegen ist das Fortwachsen der Kristalle bestimmt durch die Kristallisationsgeschwindigkeit vo[n den] Keimstellen aus. Dies zeigt sich darin, daß die W[ach]rungsgeschwindigkeit der Grenzfläche zähflüssig-k[ristal]linisch ganz konstant bleibt (in unserem Falle 0,7 m[m in] einem Tag). Daher liegt auch kein Grund für Abwe[ichun]gen vom geradlinigen Fortwachsen vor. Für diesen aber auch nur in diesem Fall, ist die Temperaturvert[eilung] ohne Einfluß auf die Kristallausbildung[13]). Bei M[angel] an Keimen, wie er besonders in einspringenden eintritt, entstehen dann verzweigte Dendriten. Im von Abb. 23 sind im Innern der Ecke Keimstellen [zu er]kennen, von denen aus wieder Kristalle gewachsen Die Seitenflächen der hineinwachsenden Kristalle w[irken] anscheinend, wenn, wie an einspringenden Ecken, ist, als Flächen neuer Keimbildung, auf denen die Kr[istalle] wieder senkrecht aufwachsen.

Dieser Fall der Gefügeausbildung entspricht im w[esent]lichen dem schon erwähnten Bilde, das die Gefällinie[n und] Grate einer Böschungsfläche, Abb. 20, zeigt. Au[ch die] Fließfiguren bei der Verdrehung von Eisen lasse[n eine] ganz gleichartige Anordnung, Abb. 13, erkennen. Ähnlichkeit zwischen diesen Vorgängen und der K[...]

[12]) A. und L. Föppl, Drang und Zwang, München und Berlin 1920, S. 80, Bd. 2.

[13]) Vergl A. Schubnikof und G. Lämmlein, Z. Kris[t.] (1927) S. 297.

Gegossen bei 575 °C

Gegossen bei 550 °C

Abb. 17 und 18
Zinkgüsse mit ausgesparten Kreis-Querschnitten (1,9 mal vergr.)

Abb. 19
Böschungsfigur mit [...] linien über einem [ausge]sparten Kreisquers[chnitt]

Abb. 20
chungsfigur
r einem Win-
lquerschnitt

20Z20

Abb. 21
Kristallwachstum in der einspringenden Ecke eines Gusses

RZ620Z21

Abb. 22
Fortschreiten der Erstarrung in der einspringenden Ecke eines Gusses

RZ620Z22

RZ690Z23

Abb. 23
Bruchbild einer Stange aus durchkristallisierter Zuckermasse. (1,1mal vergr.).

tion unterkühlter Lösungen ist sehr weitgehend; aber h zur Erstarrung bestehen offenbar Beziehungen, da ı ja die Gefügeausbildung hierbei in erster Näherung der Böschungsfigur ableiten läßt. Die Abweichungen ımen zustande durch den Zwang, dem das Kristallwachstum infolge der jeweiligen Lage der Erstarrungsfläche unterliegt.

Die Böschungsfläche ihrerseits kann nun auch unter Umständen als Sonderfall einer unter Innendruck stehenden Membran gedeutet werden. Die Membran kann sich zu einer Böschungsfläche ausbeulen, wenn sie durch Einzelkräfte belastet wird. Die Ähnlichkeit mit dem Erstarrungsvorgang liegt darin, daß bei der Membrangleichung der Innendruck die gleiche Bedeutung hat wie bei der Wärmeleitung die zeitliche Temperaturänderung. Wenn sich hieraus auch noch keine anschauliche Brücke von einem Vorgang zum andern schlagen läßt, so weichen doch die Gefügebilder im selben Sinne vom Böschungsgleichnis ab, wie die Fläche einer unter gleichmäßigem Innendruck stehenden Membran. Eine weitere Verfolgung der hier angedeuteten Beziehungen zur quantitativen Einsicht in den Erstarrungsvorgang scheint nicht aussichtslos zu sein.

Für die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche und Herstellung der Aufnahmen sind wir Fräulein E. Reidemeister zu Dank verpflichtet.

[B 690]

Bemerkenswerte neuere Bauteile für Stadtrohrposten

Von Oberbaurat Kasten, Berlin-Charlottenburg

Ausbau der Stadtrohrposten — Bauteile aus der letzten Zeit, wie Luftventile, Fahrrohrkontakte, Fahrgerät, Rohrverbindung, Selbstausschleuser, Büchsenzähler usw. — Versuche über die Fahrgeschwindigkeit

Die Deutsche Reichspost ist mit dem Ausbau ihrer Stadtrpostanlagen in den letzten Jahren sehr gut vorwärtsommen. Die größte Anlage in Berlin ist durch eine neue nellinie verbessert worden, für die Luftversorgung ist im ıbau des Fernamtes ein Heiz- und Rohrpost-Kraftwerk aut worden, die Anlage in München ist bedeutend eritert, die Stadtrohrpost in Hamburg einem vollständigen ıbau unterzogen worden. Ganz neue Anlagen sind in rnberg, Mannheim, Dortmund, Düsseldorf und Görlitz standen; in absehbarer Zeit wird wohl kaum eine deutsche ɔßstadt ohne Stadtrohrpost sein. Auch das Ausland beınt dem deutschen Beispiel zu folgen; es sind Stadtırposten in der Schweiz, in Skandinavien, Italien eritert und neu gebaut worden; auch in Paris, Wien, in ina und Japan, in den südamerikanischen Staaten behen Erweiterungs- und Neubaupläne.

Man benutzt noch immer die Luft als Treibmittel, obhl sie die recht unangenehme Eigenschaft hat, besonders m Witterungswechsel Feuchtigkeit in den Rohren abıetzen. Auch gibt es kein Gebläse, das allen Anforderunı des Betriebes von Stadtrohrposten in jeder Beziehung ·echt würde.

In den großen Rohrpostnetzen, wie wir sie in Paris, Wien und in Berlin[1]) vorfinden, ist man noch heute bei ' Luftversorgung von einer Stelle aus mit größeren Geseanlagen geblieben und wird dies, abgesehen von beson·en Einzelfällen, auch wohl beibehalten. Die größeren bläse sind ausnahmslos Kolbengebläse; ihre Leistung ist ht groß genug, um die wirtschaftliche Grenze der Turboɔläse zu erreichen.

Über die Frage, ob man für jedes Fahrrohr ein Gebläse aufstellen oder die Leistung an den Stellen, wo mehrere Rohre zusammenlaufen, zu größeren Einheiten zusammenziehen soll, entscheidet wie oft in der Technik das Gefühl für das Zweckmäßige, besonders wenn man die Benutzungsdauer nicht kennt. In Berlin sind je nach den örtlichen Bedingungen größere Gebläseanlagen mit Einzelleistungen bis über 200 PS vorhanden, daneben auch noch kleinere für Einzelrohre. Die großen Anlagen werden, soweit sie mit Dampf betrieben werden, im Winter zur Raumbeheizung mitbenutzt. Man ist hier zum gemischten Betrieb übergegangen und verwendet elektrische und Dampfgebläse.

Um nun die Luftlieferung der Gebläse dem wechselnden Luftbedarf anzupassen, hat man verschiedene Hilfsmittel benutzt, wie sie auch sonst im Gebläsebetrieb bekannt sind; als Eigentümlichkeit des Rohrpostbetriebes kann man eine Steuerung auffassen, bei der das Gebläse, das gleichzeitig für

Abb. 1
Rohrpost-Luftabsperrventil mit elektrisch betätigter Druckluftsteuerung

RZ448Z1

a Druckluft
b Saugluft
c Fahrrohr

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 61 (1917) S. 709.

RZ 448 Z 2

Abb. 2
Kammerapparat mit Luftumsteuerung der Deutschen Telephonwerke, Abt. Hardegen & Co., für die Stadtrohrpost in Berlin

Saug- und Druckluftbetrieb arbeitet, durch einen Druckmesser so gesteuert wird, daß die Saugseite mit der Außenluft verbunden wird, wenn die Liefermenge der Druckseite zu gering ist. Bei den größeren Stadtrohrpost-Anlagen hat man vielfach noch den Antrieb der Gebläse durch Dampf- oder Dieselmaschine beibehalten, um von allen Störungen der öffentlichen Stromversorgung unabhängig zu sein. Diese Störungen können auch bei kurzer Dauer für die Rohrpost empfindlich werden, weil die Büchsen in den Fahrrohren mit ihren eiligen Sendungen (Telegrammen) stecken bleiben und beim Wiederingangsetzen leicht Irrtümer in der Bedienung vorkommen können.

Je größer die Zahl der von einem Gebläse versorgten Rohre ist, um so mehr wird der Luftbedarf sich ausgleichen. Zum An- und Abschalten der Luft für die einzelnen Fahrrohre benutzt man elektrisch gesteuerte Luftventile, Abb. 1. Da die Rohre größtenteils mit Luftwechsel, also abwechselnd in der einen Richtung mit Druckluft, in der andern mit Saugluft befahren werden, so sind zwei Ventile erforderlich; jedes wird durch einen mit ihm verbundenen Kolben gesteuert.

Abb. 2 zeigt ein Luftwechselgerät mit den unterhalb der Tischplatten angeordneten beiden Ventilen. Die Ventile können mit der Hand oder elektrisch gesteuert werden, so wird z. B. die Druckluft durch einen am andern Rohrende angebrachten Kontakt nach Eintreffen einer Büchse oder eines Zuges abgestellt. Durch Versuche hat sich eine Luftersparnis bis zu 30 vH gegenüber dem Handbetrieb mit von Hand gegebenen Schauzeichen ermitteln lassen.

In der neueren Rohrposttechnik spielen überhaupt Kontakte im Fahrrohr oder in den Apparaten eine sehr große Rolle. Dabei sind allerlei Schwierigkeiten aufgetreten: u. a. ist die Berührungszeit, wenn eine Büchse mit großer Ge-

h
e
d
c
b
a
f
g
b
a
RZ 448 Z 3 u 4

Abb. 3 und 4
Rohrpost-Fahrrohrkontakt
a Fahrrohr *b* Rädchen *c* Schlitten *d* Stange *e* Kolb[...]
f Kontakt *g* Kontaktfeder *h* Rückschlagventil

schwindigkeit fährt, sehr gering; Öl und Feuchtigkeit [...]ursachen allerlei Hemmungen, bei zu scharfer Einste[...] wird das Fahrgerät beschädigt.

Einen schon seit mehreren Jahren bei der Stadtroh[...] in Berlin benutzten Fahrrohrkontakt zeigen Abb. 3 u[...]

In das Fahrrohr *a* taucht ein Rädchen *b*, dessen [...] in einem auf Kugeln gelagerten Schlitten *c* leicht bewe[...] gelagert ist. Das Rädchen stößt gegen die Stange *d* [...] Kolbens *e*, die die Kontakte *f* und die Kontaktfede[...] trägt. Wenn man einen Kontakt von längerer Dauer erre[...] will, wird der Rückgang des Kolbens durch ein Rücks[...] ventil *h* verzögert. Für die Bauart sind also drei G[...] gedanken bestimmend gewesen: leichte Beweglichkeit [...] von der Büchse schlagartig angestoßenen Massen, Te[...] der zu bewegenden Massen und Verlängerung der B[...]rungsdauer durch ein Verzögerungsventil. Der Konta[...] durch ein leicht abnehmbares aus Gußeisen bestehende[...]häuse gegen Beschädigungen und Feuchtigkeit geschütz[...]

Dynamisch bildet der Kontakt mit der ihn berühre[...] Büchse eine Einheit; Form, Bauart und Baustoff der B[...] sind daher ebenfalls von Bedeutung. Bei der Berliner S[...]rohrpost wird noch immer die langbewährte Aluminium[...] mit darübergeschobener Lederhülse benutzt; die straff [...] die eigentliche Hülse als einziger Verschluß gesch[...] Lederkappe ist allen Büchsenarten gemeinsam.

Man benutzt neuerdings Büchsen aus Zellhorn; da d[...] Stoff aber mit der Zeit spröde wird, empfiehlt sich eine [...]stärkung durch Aluminium, Abb. 5. Dabei wird auch [...] sehr wichtige Forderung erfüllt, nämlich eine haltbar[...]festigung der Stulpe am Körper der Büchse, die sonst [...] von den Kontakten oder von den Vorsprüngen[...]

RZ 448 Z 5

Abb. 5
Stadtrohrpostbüchse aus Zellhorn und Duralumin

RZ 448 Z 6

Abb. 6
Muffenverbindung

Abb. 7
Hochdruck-Sende- und Empfangsgerät mit selbsttätiger Büchsenausschleusung

a Schleusenkammer
b Fahrrohr
c Scheitelbogen
d Luftrohr
e Zunge
f Rollschieber
g Fahrrohrkontakt
h Gehäuse für den Rollschieber
i Befestigungslasche des Rollschiebers
k Gummiband
l Feder der Kontaktzunge
m unterer Rollschieber
n Auslaufschuh

Abb. 8 und **9**
Rohrpost-Büchsenzähler

a Zifferscheibe
b Lichtquelle
c Vorwählerrelais
d Sammellinse
e An- und Abstellvorrichtung für das Gehäuse
f, g, h Fenster
i, *k* Objektiv
l Strahlenbündel
m Kontaktspeichervorrichtung

Rohrverbindungen abgestreift werden würde. Für Haltbarkeit der Büchsen ist also auch die der Rohre und deren Verbindung von Wicht. Man benutzt daher auch seit kurzem nahtlos gezogene Stahlrohre mit Muffenverbindung, Abb. 6. Verbindung hat vor aufgewalzten Flanschen den n Vorteil, daß die Lauffläche ohne jeden Eingriff in rsprünglichen Glätte und Genauigkeit erhalten bleibt, end beim Walzen stets eine Wulst und eine Erweiterung ht. Durch Versuche hat man festgestellt, daß diese den nmenbau sehr erleichternde Verbindung mehr als Zug und mehr als 100 at inneren Druck zu ertragen g. Die glatten Rohre erhöhen nach den in Berlin hten Versuchen die Fahrgeschwindigkeit um min-s 20 vH. Über den Einfluß der glatten Muffenverbin-n liegen Versuchsergebnisse noch nicht vor, da erst Teilstrecken in Berlin damit ausgerüstet sind. Be- man, daß in einer Sekunde von einer Büchse etwa zwei überfahren werden, so wird man, abgesehen von der ung des Fahrgerätes, auch eine Erhöhung der Ge- ndigkeit erwarten.

lan bevorzugt neuerdings Empfangsgeräte mit selbst- m Auswerfen der Rohrpostbüchsen, damit das Absenden der folgenden Büchsen von der Bedienung des Empfängers unabhängig wird. Man bildet zu diesem Zweck eine von zwei Absperrorganen eingeschlossene Schleusenkammern *a* aus, Abb. 7. Diese Absperrungen werden von eigenartigen Gebilden bewirkt, die man als Rollschieber bezeichnen kann. Um sie zu bewegen, stehen nur das Gewicht der Büchse und eine geringe Massenwirkung zur Verfügung. Die ankommende Büchse steigt im Fahrrohr *b* auf und überfährt den mit einseitigem Gefällwechsel versehenen Scheitelbogen *c*. Der größte Teil der lebendigen Kraft wird durch den Stoß gegen die obere Wandung des Bogens vernichtet; eine geringe Zunahme erfährt sie dadurch, daß das Luftrohr *d* unterhalb des Scheitelbogens angeschlossen ist. Die Büchse streift jetzt eine Zunge *e*, an der durch zwei Laschen der Rollschieber *f* befestigt ist, der jetzt nach rechts ausschwingt. Die Büchse kommt hierbei mit der abdichtenden Fläche des Schiebers nicht in Berührung; das ist ein Vorteil, der sich in größerer Lebensdauer der Schieber auswirkt. Der Rollschieber *f* besteht aus einem endlosen Gummiband, das über zwei in Kugeln gelagerten Rollen gespannt ist; ein in die Schleusenkammer *a* eingebauter Fahrrohrkontakt *g* gibt das Ankunftzeichen und stellt das Gebläse oder die Luft ab, wenn keine Büchse mehr im Rohr läuft.

Auffallend bei dem Gerät ist der einseitig gelegte Knickpunkt des Scheitelbogens, der den Zweck hat, ein Steckenbleiben der Büchse an dieser gefährlichen Stelle, wo sie wegen der Querschnitterweiterung dem Einfluß der Treibluft größtenteils entzogen ist, zu verhindern.

Zwischen dem Empfänger und dem Gebläse wird ein Büchsenzähler eingeschaltet, ein gleicher befindet sich am Sender. Sobald die erste Büchse abgeschickt ist, zeigt sich an beiden Zählern die Zahl 1, und das Gebläse wird eingeschaltet. Jede weitere Büchse schaltet die nächste Zahl ein, und jede ankommende zählt um eine Zahl rückwärts. Die Betriebsicherheit des Zählers ist sehr wichtig, da es vorkommen kann, daß beim falschen Zählen (falscher 0-Stellung) das Gebläse abgeschaltet wird, obwohl noch Büchsen im Rohre stecken, die dann u. U. nach langer Pause — im ungünstigsten Fall am nächsten Tage — bei Betriebsbeginn gefunden werden.

Einen neuen Büchsenzähler zeigen Abb. 8 und 9. Sein Hauptbestandteil ist eine Zifferscheibe *a*, die sich vor einer Lichtquelle *b* bewegt; die Bewegung wird ihr durch den vom Fahrrohrkontakt kommenden Stromstoß mittels eines Vorwählerrelais *c*, das der Fernsprechtechnik entnommen ist, erteilt. Die Lichtquelle wird durch die Sammellinse *d* verstärkt. Mit dem Relais *c* ist eine An- und Abstellvorrichtung *e* für das Gehäuse verbunden. Außer dem oberen Fenster *f* für die Ziffer, die die Büchsenzahl angibt, sind in der Vorderwand des Gehäuses noch vier Fenster *g* vorgesehen, durch die man den Betriebzustand überwachen und z. B. erkennen kann, ob im Fahrrohr mit Druck- oder Saugluft gearbeitet wird. Die in Abb. 1 bis 9 gezeigten Einrichtungen sind Ausführungen der Deutschen Telephonwerke, Abteilung Hardegen & Co.

In der letzten Zeit sind eingehende Versuche bei der Berliner Stadtrohrpost auch über die Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit von der Büchsenzahl angestellt.

[M 448]

Elektrische Antriebe für Arbeitsmaschinen im technischen Unterricht

Von Oberingenieur H. Becker, Düsseldorf

Die Frage der Wahl des richtigen Antriebes für die Arbeitsmaschinen der Werkstätten — Einzel-, Gruppen- oder Sammelantrieb — hat man bisher noch nicht einheitlich und eindeutig beantworten können. Darüber besteht indessen kein Zweifel mehr, daß sich für alle hier in Betracht kommenden Antriebarten, wie immer sie auch gestaltet sind, die Elektrizität als alleinige Antrieb**kraft** durchgesetzt hat. Lediglich die Eigenschaften des Übertragungsmittels (Art, Länge usw.) **nach** der Umsetzung des elektrischen Kraftstromes in den mechanischen bestimmen die Zugehörigkeit zu einer der drei Gruppen. Ihre wichtigsten Glieder, die Transmissionen, Vorgelege, Rädertriebe, Riemen, Seile usw. haben nur die Kraft, fortzuleiten, zu kuppeln, d. h, auf die Maschine zu übertragen oder die Geschwindigkeit zu ändern, und es ist zur Genüge bekannt, daß der elektrische Kraftstrom in weitaus den meisten Fällen dies alles viel vollkommener tut als die mechanischen Übertragungsglieder. Es kann somit nicht wundernehmen, daß einmal die Elektrizität in immer steigendem Maße zur Kraftübertragung in den Werkstätten herangezogen wird, daß man zweitens den Weg des mechanischen Kraftstromes bis zum Werkzeug immer mehr zu verkürzen, den des elektrischen entsprechend zu verlängern bestrebt ist und daß zum dritten die Eigenschaften des Gleichstromes als eines verlustlosen Geschwindigkeits- und Richtungswechslers ganz selbstverständlich bevorzugt werden. So kam man mit der Entwicklung der Elektrotechnik ganz von selbst zum **elektrischen Einzelantrieb der Arbeitsmaschinen**. Zuerst gelang die Einführung bei den Großwerkzeugmaschinen, augenscheinlich, weil dort die Vorteile am sichtbarsten waren; fast gleichzeitig setzte sie aber auch bei den Klein- und Kleinstmaschinen (z. B. Handbohrmaschinen) ein, um dann allmählich in dem großen dazwischen liegenden Feld auf eine immer größere Zahl von Maschinengruppen überzuspringen (z. B. Auslegerbohrmaschinen, Hobelmaschinen usw.). Heute wird kaum noch eine Gruppe und auch innerhalb dieser kaum eine Arbeitsmaschine zu finden sein, bei der nicht der unmittelbare elektrische Einzelantrieb mit Erfolg durchgeführt werden konnte.

Dank den vorzüglichen Leistungen der deutschen Elektrotechnik war Deutschland bis in die ersten Kriegsjahre hinein auf diesem Gebiete der Schrittmacher für alle Länder. Dann mußte die Führung an das industriell fortschrittlichste Land, an Amerika, abgetreten werden — auch wieder ein Zeichen der Richtigkeit der Bewertung des Einzelantriebes —, und wir haben als Kronzeugen Ford selbst, der in seinem Buch[1]) erzählt, daß in seinen neueren Werken als einzige mögliche Antriebart für Arbeitsmaschinen der Einzelantrieb durchweg benutzt worden sei. Wie die Veröffentlichungen und Verkaufsanzeigen vieler deutscher und englischer Firmen erkennen lassen, haben aber auch in diesen Ländern die Bestrebungen zur weiteren Vervollkommnung des Einzelantriebes nicht aufgehört und gerade Deutschland scheint, soweit uns die Verhältnisse in Amerika bekannt geworden sind, auf dem besten Wege zu sein, die Führung, besonders was die Güte anbelangt, wieder an sich zu reißen. Man kann heute bei uns wohl jede Arbeitsmaschine mit Einzelantrieb erhalten, zum mindesten aber ist Einscheibenantrieb vorgesehen, der den Anbau eines Elektromotors mit Spannrolle oder dergl. leicht gestattet und überhaupt als Zwischenstufe, besser gesagt als Wegebereiter für den Einzelantrieb angesehen werden kann. Als eine der letzten Errungenschaften auf diesem Wege kann die Eroberung der Holzbearbeitungsmaschinen durch den Einzelantrieb angesehen werden, der auch in Amerika bereits in großem Umfange festen Fuß fassen konnte. Ein gleiches Bild zeigt der Hebezeugbau, der schon seit Jahren fast vollkommen auf elektrischen Betrieb umgestellt ist. Nur Anlagen für gelegentlichen und vorübergehenden Betrieb (z. B. bei Montagen) bilden hier vielleicht eine erzwungene Ausnahme.

Ein getreues Spiegelbild dieser Verhältnisse, soweit es sich um Werkzeugmaschinenantriebe handelt, und von
dieser Maschinenart, als der bedeutendsten in Werkst
betrieben, soll hier vorzugsweise die Rede sein, biet
Maschinenschau des deutschen Werkzeugmaschinen
auf der **Leipziger Messe**. Die Auswahl der do
zeigten Ausstellungsgegenstände erfolgt vornehmlich
folgenden zwei Gesichtspunkten: einmal entsprechen
Nachfrage: man will dem Kunden das anbieten
gerade von vielen Seiten gebraucht wird, zum ander
sprechend der **Neuheit**: man will als Reizmittel
technischen Fortschritt vorführen. Hinsichtlich beide
sichtspunkte spielte auf den letzten Messeveranstalt
der elektrische Einzelantrieb eine hervorragende Roll
gab wohl keinen Stand in der Halle 9, auf dem ni
mehr oder weniger großem Umfang Einzelantriebe v
einfachsten Art bis zur vollkommensten Durchbildu
sehen waren[2]).

In reichlich schroffem Widerspruch zu diesen Ve
nissen steht die Tatsache, daß gerade dem elektrische
trieb der Arbeitsmaschinen im Unterricht an unsern
und Fachschulen im Vergleich zu andern Teilge
nicht die seiner Wichtigkeit entsprechende und dri
notwendige Beachtung geschenkt wird. Nehmen
andere Abschnitte aus dem weiten Gebiet des Wer
maschinenbaues: wieviel Bücher, Abhandlungen,
suchungen usw. sind da nicht schon erschienen. Wir n
nur die Frage der Zerspanung, die Berechnung de
laufgetriebe, die Frage der Toleranzen usw.; über di
seitigen Belange, die die richtige Auswahl, Anordnu
Antriebmotors, des Schaltgerätes, der Leitungsfü
usw. betreffen, ist unser technisches Schrifttum d
wenig ergiebig, aus der Feder technischer Lehre
vollends derartige Mitteilungen nur ganz spärlic
schienen. Nur vereinzelt trifft man einen Verfasse
dem dann bekannt ist, daß er vor Aufnahme seines
berufs in der Regel als Konstrukteur in erstkl
Werkzeugmaschinenfabriken tätig war und aus der
die Wichtigkeit gerade auch dieses Zweiges seines
gebiets kennt[3]). Die Frage der elektrischen Hobel
nen-Umkehrantriebe, ihr Vergleich mit den dem g
Zweck dienenden Magnetkupplungen für Umkehrb
der elektrische Antrieb der Scheren und Pressen, d
deutung des Schwungrades bei diesen, die Wahl der
bereiche der Motordrehzahlen, die Frage der Zweck
keit der Druckknopfsteuerungen bei Arbeitsmaschin
Grenze ihrer Wirtschaftlichkeit und viele andre
gleicher Wichtigkeit sind noch nicht endgültig gel
könnten manch wertvolles Thema für Diplom- oder
arbeiten liefern. Ein weiteres wichtiges Gebiet
Frage der Elektrowirtschaft in Werkstätten, die W
Stromart und Spannung nach Zweckmäßigkeit, Wir
lichkeit usw., also sehr viele Fragen ohne ausgiebig
wort für den Fragenden. Der Hinweis, daß diese
in das Lehrgebiet der Elektrotechnik gehören, hätte
genügt, heute sind sie aber so sehr in das Gebiet de
zeugmaschinenbaues und des Fabrikbetriebes hi
wachsen und mit ihm verbunden, daß sie auch gem
mit ihm behandelt werden müßten. Meines Wiss
dies aber nur bei den wenigsten Lehrstühlen der

Die von den Hoch- und Fachschulen kommenden
Konstrukteure bringen in den seltensten Fällen ge
Vorkenntnisse auf diesem Teilgebiet mit, sie fühle
selbst die Lücke sehr, die auszugleichen dann seh
sam ist. Auch der junge Assistent im Betriebe ka
von ein Lied singen. Es gibt heute kein Geb
Maschinenbaues mehr, auf dem nicht die Elektrotec
mehr oder weniger großem Umfang ihren Ein
halten hätte. Vom Standpunkte der Praxis muß
eine größere Schulung der Studierenden des Maschin
an unsern Hoch- und Fachschulen auf diesem Geb
Elektrotechnik gefordert werden, als sie bisher
wurde, wobei vornehmlich die Fragen des Antrie
sonders zu erörtern wären.

Wenn diese Zeilen hierzu beitragen, so ist ih
erfüllt; aber Eile tut not, denn fast kommt diese Fo
schon zu spät! [N

[1]) „Mein Leben und mein Werk", Leipzig 1923 S. 133.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 817 und 885.

[3]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 14; Z. Bd. 68 (1924) S. 6 und 29
(1925) S. 265; Z. Bd. 70 (1926) S. 1172 und 1251; „Maschinenbau"
S. 274.

Kohle als Werkstoff

Von Professor Dr. K. Arndt, Charlottenburg

Wahl der Rohstoffe für die Elektrodenherstellung, das Pressen und Brennen der Kohlenelektroden und ihre Verwendung im Karbidofen, in der Aluminiumgewinnung und in der Chloralkalielektrolyse — Prüfung der Kohlenelektroden für die verschiedenen Verwendungen — Elektrische Graphitierung der Elektrolysekohlen — Geschichte der Elektrodenherstellung, der Herstellung von Kohlenstiften für Elemente und von Dynamobürsten

Nicht nur als Brennstoff, sondern auch als Werkstoff spielt die Kohle in der elektrotechnischen und besonders in der elektrochemischen Industrie wichtige Rolle. Nach meiner Schätzung werden jähr- 300 000 t veredelter Kohle verbraucht, und zwar als ltige Ofenelektroden zur elektrothermischen Gewin- von Karbid, Ferrolegierungen, hochwertigem Stahl, irgel und Phosphor, als Anodenblöcke für die elzelektrolytische Erzeugung von Aluminium und iesium, als graphitierte Anoden für die Chlorkalirolyse, als Kohlenstifte für galvanische Elemente, als imobürsten usw. Freilich leitet die Kohle auch bei besten Verarbeitung bei weitem nicht so gut wie die lle und ist auch nicht so fest wie diese; aber sie rsteht besser den hohen Temperaturen und den ten chemischen Einflüssen, durch die z. B. Kupfer und n rasch zerstört werden.

Als Rohstoffe werden von den Elektrodenfabri- Anthrazit, Koks und Retortenkohle verbraucht. Der hrazit, das Endglied der natürlichen Umwand- des Holzes zu Kohlenstoff, enthält noch einige lertteile Wasserstoff und andere flüchtige Bestand- die ihm vor der Verarbeitung durch Glühen unter abschluß entzogen werden, ferner mineralische Belteile (Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd, Kalk), die seiner Verbrennung als Asche zurückbleiben. Der Anthrazit enthält nur etwa 3 vH Asche; er soll von ferigen Einlagerungen und eingesprengtem Schwees möglichst frei sein.

Die Forderung niedrigen Aschengehaltes gilt auch len Koks, den wichtigsten Rohstoff der Elektroden- iken. Am reinsten ist Pechkoks und vor allem Pe- :oks, der deshalb für die Anoden der Aluminiumbäder aucht wird; denn alles Silizium und Eisen, das in der le enthalten ist, geht in die Badschmelze und aus die- in das an der Kathode abgeschiedene Aluminium . Aluminium mit mehr als 99 vH Reinheit kann nur durch Anoden aus bestem Petrolkoks mit höch- s ½ vH Asche herstellen. Der galizische Petrolkoks fter durch einen erheblichen Salzgehalt minderwertig; ihaltige Krusten müssen sorgfältig abgeschlagen len. Bei den Elektroden für Karbidöfen schadet hin-

Abb. 2
Ringofen zum Brennen von Elektroden

Abb. 1
Große Elektrodenpresse der Rütgerswerke

gegen ein höherer Aschengehalt nichts; hier kommt es neben guter Leitfähigkeit vor allem auf Festigkeit an, die in erheblichem Maße vom Gefüge des Rohstoffes abhängt; mürber Koks gibt eine schlechte Ofenelektrode.

Die sehr dichte Retortenkohle (fälschlich Retortengraphit genannt), die sich beim Verkoken der Kohlen durch Zerfall von Kohlenwasserstoffen an der glühenden Retortenwand abscheidet, ist ein ausgezeichneter Rohstoff, steht uns aber in viel zu kleinen Mengen zur Verfügung, weil einerseits in den heutigen Gaswerken und Kokereien jene Zersetzung möglichst vermieden wird und anderseits die Elektrodenerzeugung riesig gewachsen ist. Man nimmt deshalb die Retortenkohle hauptsächlich zu Elektroden für Elektrostahlöfen, weil hier an die Festigkeit besonders hohe Ansprüche gestellt werden. Abbröckelnde Elektroden können z. B. in den Strahlungsöfen der Bonner Bauart den Kohlenstoffgehalt des Edelstahles höchst unangenehm verändern.

Bei den Karbidöfen bedeuten Elektrodenbrüche zwar kein Verderben der Beschickung, aber eine böse Betriebstörung, zumal wenn die Elektrode oben am Kopfe bricht, was während des Krieges wegen der oft schlechten Rohstoffe nicht selten vorkam. Dann muß der Strom abgeschaltet, das abgebrochene Stück aus dem weißglühenden Herd gefischt und eine neue Elektrode in das Paket eingesetzt werden. Bedenkt man, daß in den heutigen Riesenöfen für 8 bis 12 000 kW Belastung die Kohlenelektroden von z. B. 1800 mm Länge und 500×500 mm² Querschnitt über 700 kg wiegen (je drei oder vier von ihnen sind zu einem Paket vereinigt), daß am Fuß der Elektroden eine Temperatur von etwa 2000 ° herrscht, während die eiserne Fassung ihres Kopfes durch Wasser gekühlt wird, so leuchtet ein, daß es keine geringe Aufgabe ist, aus einem an sich spröden Werkstoff, wie Kohle, Elektroden für derartig hohe Beanspruchung herzustellen; außerdem soll ja die Elektrode den Strom möglichst gut leiten und durch Abbrand an der Luft möglichst wenig verzehrt werden.

Zur Herstellung solcher Ofenelektroden werden der entgaste Anthrazit und der Koks zerkleinert, gemahlen, gesiebt und mit genau bemessenen Mengen von Pech und

Abb. 3
Schliff einer Elektrode mit grobem Gefüge; Vergr. 4 fach

Abb. 4
Retortengraphit, Vergr. 250 fach

bestem Teer als Bindemittel innig gemischt. Diese in der Wärme bildsame Masse wird nun durch Strangpressen zu Elektroden von rechteckigem oder kreisförmigem Querschnitt geformt. Abb. 1 zeigt eine große Elektrodenpresse der Firma Rütgerswerke, A.-G., Abt. Planiawerke, Ratibor; aus dem Mundstück des mit Dampf geheizten Zylinders steigt unter hohem Wasserdruck die Elektrode empor. Nach dem Verfahren der Firma Gebr. Siemens & Co., Berlin-Lichtenberg, werden dagegen die Elektroden in Formen gestampft. Die sog. „grünen" Elektroden läßt man nun auf ebenen eisernen Platten lagern, bis sie genügend erhärtet sind, und führt sie dann in die Brennöfen über. In diesen, von der Firma Meiser, Nürnberg, gebauten Ringöfen, Abb. 2, werden die Elektroden aufrecht stehend und mit Kohlenpulver umschüttet, allmählich bis über 1000° erhitzt und dann langsam abgekühlt. Das Brennen erfordert etwa 14 Tage[1]).

Die aus dem Ofen kommende Elektrode wird abgeputzt und dann geprüft. Sie soll beim Anschlagen mit dem Hammer einen hellen Glockenton geben; in die Tiefe gehende Risse (oberflächliche Risse sind zumeist belanglos) oder ungenügendes Brennen verraten sich durch den Mißklang. Einen gewissen Maßstab für die Güte der Elektrode gibt der elektrische Widerstand. Er wird gemessen, indem man längs durch die Elektrode einen Strom von bekannter Stärke, z. B. 100 A, schickt und den Spannungsabfall zwischen angepreßten Hilfselektroden

[1]) Seit einigen Jahren verwenden nicht wenige Karbidwerke usw. die Söderberg-Elektrode, die oberhalb des elektrischen Ofens in Formen aus Eisenblech gestampft wird und sich beim Nachschub durch die dem Ofenherd entströmende Hitze garbrennt. Ob diese eigene Herstellung am Ort oder der Bezug von einer Elektrodenfabrik für den Verbraucher vorteilhafter ist, kann nur von Fall zu Fall unter eingehender Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse entschieden werden.

Abb. 5
Karbidofen mit Abstichvorrichtung

mißt. Der spezifische Widerstand (bezogen auf 1 m l
und 1 mm² Querschnitt) beträgt im allgemeinen
Zimmertemperatur 60 bis 100 Ω. Er ist indessen
allein maßgebend für die Güte einer Elektrode.

Je nach Art des elektrischen Ofens und der S
belastung des Elektrodenquerschnittes ist das Ge
der Elektrode verschieden zu gestalten. Für die
großen Öfen ist im allgemeinen ein grobes G
zweckmäßig, Abb. 3; die großen Anthrazitbrocken
möglichst gleichmäßig in der feinen Grundmasse v
und mit ihr durch das beim Brennen verkokte l
mittel verkittet. In anderen Fällen ist ein feineres
erwünscht, wie es früher bei den kleinen Ofenelekt
allgemein üblich war.

Durch die Mikrophotographie kann man von
Bestandteilen der Elektrode auf dem Schliffbild
hoher Vergrößerung (V = 500) den Retorteng
unzweideutig nachweisen; er hat einen eigentüml
Rosenknospen ähnlichen Bau, Abb. 4, der dadurch
steht, daß sich um feste Kerne der Kohlenstoff s
anlagert.

Besonders hoch werden die Abstichelektr
mit Strom belastet, Stäbe von etwa 10×10 cm²
schnitt, mit denen man in die dicke Karbidkrust
die Abstichlöcher der Riesenöfen schließt, mit dem
bogen ein Loch brennt, durch das das blendend

Abb. 6
Elektroden von Gebr. Siemens & Co., Berlin-Lichten
Die Rundelektrode in der Mitte hat 800 mm Dm
3200 mm Höhe und wiegt 2300 kg.

glühende flüssige Karbid in die Abstichpfanne
fließt. Abb. 5 zeigt einen Karbidofen nebst Al
vorrichtung.

Um die Kohlenelektroden, die infolge der Hitz
Lichtbogens und des sie durchfließenden starken St
(3 bis 4 A/cm², also für 50×50 cm² rd. 10 000 A
auf eine längere Strecke glühen, vor dem Luftsau
zu schützen, bekleiden die Verbraucher sie ger
einer feuerfesten Schutzdecke — z. B. mit Asbes
Schamotte — der sie durch Drahtgewebe besseren
geben. Besonders wichtig ist es, die Kohlen im
genau zusammenzupassen, damit keine Fugen k
durch die die Luft wie durch einen Schornstein e
gesogen wird, und für guten Stromübergang ob
den Fassungen zu sorgen. Während in den schwi
Verhältnissen der Kriegszeit bis zu 70 kg Elekt
kohle auf 1 t fertiges Karbid verbraucht wurden
wir jetzt wieder auf 27 bis 30 kg herabgekommen
bei einem Preise von etwa 30 ₰/kg bei den Be
kosten sehr ins Gewicht fälllt. Eine große Unbe
lichkeit bedeuten für die Elektrodenerzeugung
mannigfachen Querschnitte und vor allem Kopff
(mit und ohne Hohlkehlen, Löcher usw.), die fü
verschiedenen Verbraucher geliefert werden m
Leider hat sich noch keine Elektrodenfassung a
beste durchgesetzt, so daß die dringend notwendige
mung auf diesem Gebiet besonders großen Schw
keiten begegnet.

Abb. 7 und 8
Fallgerät zur Prüfung der Festigkeit

Für die Elektrostahlöfen verwendet man emein runde Elektroden, denen der Strom durch örmige Fassungen zugeführt wird. Durch Kohlenel mit Gewinde wird auf den Kopf der abgebrannten neue Elektrode geschraubt, so daß man die Kohle os aufbraucht und nicht, wie bei der Kopffassung, ichtliche Stummel übrig behält. Abb. 6 zeigt eine ahl runder und rechteckiger Ofenelektroden der a Gebr. Siemens & Co., in der Mitte eine von 3,2 m e, 0,8 m Dmr. und 2,3 t Gewicht.

Die mechanische Festigkeit der Elekten kann man prüfen, indem man mit dem Hammer Ecke abschlägt. Um die Bruchfestigkeit zu besen, habe ich während des Krieges, als mir die Beschaftung der Elektroden anvertraut war, ein Fallt konstruiert, bei dem ein beschwerter Meißel eine u abgegrenzte Ecke abschlägt; das Produkt aus gewicht und Fallhöhe gibt dann ein brauchbares für die relative Festigkeit. Bei den Abstichelekten fand ich den höchsten Wert. Abb. 7 und 8 zeigen s Gerät vor und nach dem Absprengen der Ecke, durch einen Kreidestrich, auf dessen Mitte die elschneide trifft, genau bestimmt ist. Die Vortung läßt sich auf größere Blöcke aufspannen, 7, während herausgesägte Probestücke auf dem h festgeschraubt werden, Abb. 8.

Abb. 9
Schnitt durch ein Aluminiumbad
Eiserne Wanne *b* Kohlenfutter *c* geschmolzenes Aluminium *d* Kryolith-Tonerdeschmelze *e* Anodenkohle

Abb. 10
Abgerieselte Anode

Abb. 12
Ritzhärteprüfer

Der zu prüfende Kohleklotz, Abb. 7, ist eine Anode für die Aluminiumgewinnung durch Schmelzelektrolyse, ein rechteckiger Block von etwa 35 cm Höhe und 700 bis 800 cm² Querschnitt. Er wird in einer Blockpresse geformt und wie die andern Kohlenelektroden gebrannt. In Deutschland hängt man meist 10 oder 12 solcher Anodenblöcke in zwei Reihen ein.

Abb. 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch ein Aluminiumbad. Die flache, mit Kohle gefütterte Wanne ist mit dem negativen Pol der Stromquelle (Gleichstrom) verbunden; aus dem feuerflüssigen Bad, einer Lösung von Tonerde (Al_2O_3) in geschmolzenem Kryolith (Aluminiumnatriumfluorid) wird das Aluminium auf dem Boden der Wanne abgeschieden, während der Sauerstoff der Tonerde die Anodenkohle zu Kohlenoxyd und Kohlendioxyd verbrennt. Die Kohlenelektrode wird also zwangläufig durch die Elektrolyse verzehrt (theoretisch mindestens ⅓ kg, in Wirklichkeit 0,5 bis 0,7 kg Anodenkohle für 1 kg abgeschiedenes Aluminium), während bei der Karbiderzeugung und überhaupt bei elektrothermischen Verfahren die Elektrodenkohle nur den Strom zuführen und eigentlich an der chemischen Umsetzung nicht teilnehmen soll.

Auch die Aluminiumanoden müssen natürlich gut gebrannt sein. Sie dürfen keine inneren Spannungen haben, sonst rieseln sie im Bade ab und schnüren sich ein, Abb. 10, was Störungen und übermäßigen Verbrauch verursacht. Sehr wichtig ist guter Kontakt der Kohle mit dem in ihren Kopf als Stromleiter eingeschraubten oder eingekeilten eisernen Nippel, andernfalls kann diese Stelle durch den etwa 1000 A starken Strom bis zum Glühen erhitzt werden und der Nippel sogar abschmelzen. Im regelrechten Betriebe wird die Anode durch die Elektrolyse bis auf eine dünne Platte verzehrt. Je länger die Elektrode ist, um so weniger macht dieser übrigbleibende Rest im Vergleich zum ursprünglichen Gewicht aus; aber der Strom hat dann auch einen längeren Weg in der Kohle zurückzulegen und verliert hierbei einige Zehntel Volt an Spannung, was bei der niedrigen Klemmenspannung des Bades (nicht ganz 7 V) einen erheblich höheren Aufwand an elektrischer Energie bedeutet, die in Deutschland teurer ist als in den Alpen-

Abb. 11
Billiter-Zelle zur Chloralkali-Elektrolyse
a Graphitanoden *c* Diaphragma
b Kathodendrahtnetz *d* Anodenhalter

Abb. 13
Presse zum Messen des elektrischen Widerstandes von Graphitpulver

ländern und in Norwegen. Daß auf die Reinheit der Anodenkohle von den Aluminiumwerken sehr großer Wert gelegt werden muß, habe ich bereits erwähnt.

Die chemische Widerstandfähigkeit der Elektrodenkohle ist bei der Elektrolyse wässeriger Lösungen, d. h. hauptsächlich der Chloralkali-Elektrolyse, von ausschlaggebender Bedeutung. Bei der elektrolytischen Zerlegung einer Lösung von Kochsalz (Chlornatrium) entsteht am positiven Pol, an der Anode, Chlorgas; an der von ihr durch eine feinporige Scheidewand (Diaphragma) getrennten Kathode, die aus Eisen besteht, wird Natronlauge gebildet und Wasserstoffgas entweicht.

Abb. 11 zeigt die in Deutschland vorzugsweise verwendete Siemens-Billiter-Zelle schematisch. In der mit Steinzeugplatten ausgekleideten, gasdicht geschlossenen Zelle werden oben die wagerechten Anodenplatten von eingeschraubten Rundstäben getragen; unter ihnen ist das Asbestdiaphragma ausgespannt, das durch die aus starkem Eisendrahtnetz gebildete Kathode gestützt wird.

Die chemische Widerstandfähigkeit der Kohle wird sehr erhöht, in dem man sie nach dem Verfahren von Acheson elektrisch sehr hoch erhitzt und dadurch in Graphit umwandelt. Die im Gasofen gebrannten Platten und Stäbe werden in einen langen, trogartigen Ofen gepackt, durch dessen Stirnwände dicke Kohlenblöcke den Strom zuführen, und dann als elektrischer Widerstand allmählich auf etwa 2000 ° gebracht. Durch die Röntgen-Spektrographie hat man ermittelt, daß schon beim Koks die Kohlenstoffatome im Kristallgitter nach Art des Graphites angeordnet sind. Bei der Erhitzung im Acheson-Ofen wird also nicht aus amorpher Kohle die kristallinische Form Graphit des Kohlenstoffes gebildet, sondern es wachsen vielmehr die an sich schon vorhandenen Graphitkristalle von etwa 1 Millionstel mm auf eine Größe, die zumeist freilich immer noch unter der Sichtbarkeit im Mikroskop, also beträchtlich unter $^1/_{1000}$ mm liegt.

Durch die Graphitierung wird der elektrische Widerstand der Elektrodenkohle auf etwa ein Zehntel vermindert (7 bis 12 Ω für 1 m und 1 mm²); die Kohle wird so weich, daß man sie sehr leicht auf der Drehbank bearbeiten kann, während beim Zerschneiden der gewöhnlichen Elektrodenkohlen die Sägeblätter rasch verschleißen. Man kann deshalb den Grad der Graphitierung durch die Ritzhärte prüfen. Bei dem von

Abb. 14
Zerfressene Elektrolyseplatte

mir konstruierten Ritzhärteprüfer, Abb. 12, wir einer gehärteten Stahlspitze, die durch ein beka Gewicht beschwert ist, auf der (zweckmäßig eing deten) Elektrographitplatte ein Ritz erzeugt, Breite mit dem Okularmikrometer gemessen wird.

Einen anderen Anhalt für den Grad der Gra rung gewährt die Bestimmung der elektrischen fähigkeit; ich fand es hierfür zweckmäßig, eine von der Platte zu Pulver zu zermahlen, auf best Korngröße abzusieben (zwischen zwei Sieben von und 10 000 Maschen auf 1 cm²), das Pulver (etwa in einem dickwandigen Porzellanrohr zwischen Me elektroden einem bekannten hohen Drucke zu werfen, Abb. 13, und dann den Widerstand Graphitsäule mit der Wheatstoneschen Brücke zu stimmen. Auf diesem Wege wird der Einfluß, de Grobgefüge auf die elektrische Leitfähigkeit der phitierten Stücke ausübt, einigermaßen ausgescha

Durch die Graphitierung wird auch der As gehalt der Kohle sehr stark vermindert, indem sic der sehr hohen Hitze Silizium und Eisen verflüch Manchmal habe ich weniger als 0,1 vH Asche gefu

Bei dieser Veredelung im Acheson-Ofen (nach andern, von der Société Le Carbone ausgeübten fahren wird im Lichtbogen graphitiert) muß

Abb. 15
Eine geöffnete Taschenbatterie und darunter ihre Bestandteile

behutsam verfahren, damit die Platten keine Riss kommen und gleichmäßig durchgraphitiert werden. die Güte des Elektrographites ist die chemische physikalische Beschaffenheit des Rohstoffes von derer Bedeutung. Durch mikrophotographische U suchungen des Gefüges habe ich in dieser Hinsicht volle Aufschlüsse erhalten.

Gut graphitierte Elektrolyseplatten werden bein brauch nur sehr langsam und vor allem gleich aufgezehrt. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die tende Fläche der Anode möglichst gleichmäßig Strom belastet ist. Je höher die Belastung und die temperatur, um so stärker wird (unter sonst gl Umständen) die Kohle angegriffen. Sie wird teil bis zur Kohlensäure oxydiert; aus dem gelockerte füge fallen Kohlenteilchen heraus. Bei ungünstiger füge werden tiefe Höhlen in die Elektrolyseplatte fressen, Abb. 14, so daß sie schließlich ausein brechen. Einwandfreie Elektrographitplatten halt den Billiter-Zellen auch bei einer Belastung mit 10 (bezogen auf die wirksame Anodenfläche) jahrelan

[2] Näheres über diese Messungen und ihre Auswertung h in Z. f. angewandte Chemie Bd. 35 (1922) S. 440 veröffentlicht.

raphitierte Elektroden werden trotz ihres hohen
es (etwa 1,50 ℳ/kg) auch in Elektrostahlöfen ver-
et, weil sie wegen ihrer ausgezeichneten Leitfähig-
sehr hohe Belastung vertragen. Früher besaß die
son-Gesellschaft (ihr Werk liegt am Niagara) das
monopol. Während des Krieges wurden in Deutsch-
mehrere Graphitierungsanlagen errichtet. Am be-
ndsten ist die Anlage von Gebr. Siemens & Co.,
ngen bei Augsburg, für die die Wasserkraft des
die nötigen großen Strommengen liefert. Im gan-
mag die Welterzeugung an Elektrographit ungefähr
0 t jährlich betragen.

An nichtgraphitierten Kohlenelektroden werden von
Karbidwerken und den anderen elektrothermischen
eben wohl etwa 30 000 t, von den Aluminiumwerken
100 000 t jährlich verbraucht. An diesen hat die
ikanische Aluminium Co. den bei weitem größten
il, während in der Karbidindustrie Deutschland bei
gegenwärtigen Erzeugung von 350 000 t Karbid
on drei Viertel zu Kalkstickstoff verarbeitet wer-
der beste Kunde der Elektrodenfabriken ist. Auch die
trostahlwerke sind ein wichtiger Abnehmer. Ein
der deutschen Elektroden geht in das Ausland, z. B.
ie mächtig emporgewachsene elektrothermische In-
ie Italiens, nach der Schweiz, nach Skandinavien

Als Zwerge erscheinen neben den riesigen Ofen-
roden die Kohlenstifte[3]) und Platten für gal-
sche Elemente. Und doch ist die Herstellung z. B.
kleinen 6 mm dicken und 55 mm hohen Kohlenstifte
die Elemente der Anodenbatterien und der Taschen-
enbatterien von gar nicht geringer wirtschaftlicher
utung, denn mindestens 100 Millionen von ihnen wer-
jährlich verbraucht. Der kleine Stift der Taschen-
rie, Abb. 15, muß beträchtliche Festigkeit haben,
t er durch den heftigen Schlag, den er beim Ein-
sen in das Graphit-Braunsteingemisch bekommt, nicht
ert. Damit der Elektrolyt (Salmiaklösung) nicht
h die Poren der Kohle zu der aufgesetzten Messing-
e empordringt und sie zerfrißt, wird der obere Teil
Stiftes mit Paraffin getränkt.

Die Verwendung der Kohle in galvanischen Ele-
en ist übrigens der Ursprung der gewaltigen Kohlen-
rodenindustrie. Der große Chemiker Robert Bun-
hat nämlich vor etwa 80 Jahren für das nach ihm
nnte Element die Kohle bald nicht mehr aus Re-
ngraphit geschnitten, sondern sie aus backender
kohle und Koks gepreßt und durch Glühen unter
abschluß gut leitend gemacht. Französische Tech-
r haben dann das Verfahren weiter ausgebildet, bis
Albert Lessing 1872 in Deutschland die erste
ik für galvanische Kohlen errichtete. Die einige
e darauf in Charlottenburg begründete Kohlen-
ik von Siemens stellte zuerst Bogenlampenkohlen[4]),
esonderen Dochtkohlen her. 1884 erstand die Fabrik
Conradty, Nürnberg, 1896 wurden die Planiawerke
Ratibor von der Wiener Firma Hardmuth errichtet.
Elektrodenfabriken in Rauxel bei Dortmund (Ge-
chaft für Teerverwertung) und in Knapsack (Rhei-
ne Elektrodenfabrik) wurden während des Welt-
ges gebaut, in dem der von Deutschland zu deckende
trodenbedarf von etwa 2000 auf 5000 t monatlich
. Über 150 Verbraucher des In- und Auslandes
te ich damals mit Kohlenelektroden jeder Art und
len verschiedensten Abmessungen versorgen; allein
das Karbidwerk in Piesteritz bei Wittenberg waren
monatlich 600 t bereitzustellen. Dank der Tatkraft aller
beteiligten Betriebsleiter gelang es mir, stets allen Be-
darf trotz der vielen Kriegsschwierigkeiten zu decken.

Zum Schlusse will ich noch die Verarbeitung der
Kohle zu Dynamobürsten kurz besprechen.
Während man ursprünglich bei den Dynamomaschinen
und Elektromotoren Bündel von Kupferdrähten (daher
der Name Bürste, französisch balai = Besen) oder dünnen
Kupferblechen benutzte, um vom umlaufenden Kollektor
den Strom abzunehmen oder ihn zuzuführen, verwendet
man heute hierzu fast ausschließlich Kohlen und Kohlen-
gemische, deren Härte und Leitfähigkeit auf die be-
treffende Maschine genau abgestimmt ist. Die hohen
Umfangsgeschwindigkeiten der Turbodynamos (bis
50 m/s) erfordern sehr weiche Bürsten, damit die Rei-
bung klein und der Gang möglichst geräuschlos sei.
Bei Dynamomaschinen mit großer Stromstärke und nie-
driger Spannung, z. B. für die Galvanotechnik, soll der
elektrische Widerstand sehr gering sein. In anderen
Fällen ist gerade ein ziemlich hoher Widerstand er-
wünscht, um Kurzschlußströme, die bei der Stromwendung
entstehen, zu schwächen. Den Zweck erfüllen harte
Kohlen; meist aber macht man durch Graphit die
Bürsten weicher. Die Leitfähigkeit kann man durch
Beimischen von Kupfer und Bronze so erhöhen, daß
noch eine Belastung mit 30 A/cm² statthaft ist. In
der Liste einer Kohlenbürstenfabrik finde ich über
70 Bürstensorten aufgeführt, harte und weiche, Kupfer-
und Bronzekohlen mit und ohne Graphit, nach Grup-

Abb. 16
Dynamobürsten

pen geordnet und mit genauer Angabe ihrer Ver-
wendbarkeit. Indem die Hersteller für jede Mischung
die Reibung, den elektrischen Widerstand, die Härte,
die Festigkeit und den Verschleiß bestimmten und den
Einfluß der Zusammensetzung und des Gefüges ergrün-
deten, gelang es ihnen allmählich, allen Ansprüchen
nach Möglichkeit gerecht zu werden. Auch für Magnet-
zünder von Verbrennungsmaschinen und für elektrische
Schalter werden Kohlenkontakte geliefert. Abb. 16 zeigt
einige Kohlen- und Metallkohlenbürsten aus meiner
Sammlung. Von den zahlreichen deutschen Fabriken
nenne ich Carbone, Frankfurt a. M., Ringsdorff, Mehlem
a. Rhein, Schunck & Ebe, Gießen, und Gebr. Siemens &
Co., Berlin-Lichtenberg.

Neuerdings werden auch Dichtungsringe aus gra-
phitischer Kohle für Dampfturbinen verwendet.

Bei der Herstellung der Kohlenbürsten wird der
Wert des Werkstoffes Kohle durch die Verarbeitung auf
das Höchste gesteigert. 1 kg bester Naturkohle kostet
rd. 3 ₰, Elektrodenkohle 30 ₰, Elektrographit 1,50 ℳ,
gute Kohlenbürsten (auf 1 kg umgerechnet) gegen 30 ℳ
und mehr. [B 592]

---

[3]) Lange Kohlenstäbe werden als Heizwiderstände bei der Her-
ng von Kalkstickstoff verwendet und in großen Mengen verbraucht.
[4]) Diese Fabrikation wird auch heute noch von Gebr. Siemens & Co.
Planiawerken, Conradty u. a. ausgeübt. Auf die Vervollkommnung
ogenlampenkohlen, ihre Anpassung an sehr lange Brenndauer,
hohe Strombelastung usw. will ich hier nicht eingehen.

Neue Wege bei der Entrindung von Papierholz

Von Ing. Fritz Hoyer, Cöthen

Urform der Rindenschälmaschinen — Ursachen des Entrindeverlustes — Mittel zur Verhütung der Verluste — Ältere und neuere Holzentrindemaschinen ohne Schälmesser — Vorteile der Entrindetrommeln

Wenn man die Entwicklung der gebräuchlichen Holz- und Rindenschälmaschinen verfolgt, so wird man feststellen können, daß seit deren Anwendung, die bis etwa in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts zurückgeht, bis heute in erster Linie die mit Messern oder messerähnlichen Teilen arbeitende Entrindemaschine durchgebildet wurde. Diese Entwicklung ist auch klar, wenn man sich vergegenwärtigt, daß diese Maschinen eigentlich aus der Holzbearbeitung übernommen sind. Die erste Rindenschälmaschine war auch weiter nichts als eine Messerrad-Hobelmaschine mit einer um eine wagerechte Welle laufenden Messerscheibe. Naturgemäß konnten diese Maschinen in keiner Weise als vollkommen gelten, vor allen Dingen nicht als vollkommen in bezug auf die Sparsamkeit des Schälens. Es hing von der Gewissenhaftigkeit und Geschicklichkeit des bedienenden Arbeiters ab, aber auch von der Beschaffenheit des Holzes, ob sparsam oder nicht sparsam entrindet wurde. Das sparsame Entrinden mag ja nun in der Kindheit der Rindenschälmaschinen nicht von so großer Bedeutung gewesen sein, da das Holz billig und anscheinend in unerschöpflichen Mengen vorhanden war. In Wirklichkeit ist jetzt der Holzverbrauch der Papierindustrie so bedeutend geworden, daß die einheimischen Waldungen nicht mehr in der Lage sind, den Bedarf zu decken. Man legte damals eben in der Hauptsache Wert auf ein möglichst sauberes und schnelles Schälen.

Mit der zunehmenden Verwendung des Holzes zu Papierhalbstoffen, seien es auf chemischem Wege als Zellulose hergestellte oder auf mechanischem Wege als Holzschliff erzeugte, stieg der Bedarf an Holz, damit auch sein Preis, und die Einfuhr aus dem Auslande wurde erforderlich.

Gezwungenermaßen mußte man also dazu übergehen, die Schälmaschinen auch für sparsameres Schälen auszubilden. Das suchte man vor allen Dingen dadurch zu erreichen, daß man die Arbeit der Maschine dem zu verarbeitenden Holze mehr anpaßte.

Der Entrindeverlust begründet sich in der Hauptsache aus der Beschaffenheit des Rollenholzes. Das Holz, selbst bestes Papierholz, das schlank und gerade gewachsen ist, wie es sein soll, stellt keinen regelmäßigen Körper dar. Nur selten ist es vollkommen zylindrisch, in den meisten Fällen aber, wenn auch nur schwach kegelig. Oft findet sich auch nicht ganz schlank gewachsenes Holz. Durch Astansätze, Verletzungen der Rinde usw. bilden sich Vertiefungen, Überwallungen und Knorren, die eine nachteilige Einwirkung auf die Regelmäßigkeit der Stämme haben. Durch das Wachstum und den Standort bedingt, ist die Dicke der Rinde durchaus nicht überall gleich. Sie schwankt vielmehr mitunter in sehr weiten Grenzen. Da auch nicht immer gleich starkes Holz zur Verfügung steht, so muß man sich auch schnellstens den verschiedenen Durchmessern mit der Schäldicke anpassen können. Ein Sondern des Holzes nach der Dicke kann kaum in Frage kommen, da es zu teuer und somit unwirtschaftlich ist.

Diese Anpassungsfähigkeit der Schäldicke kann man nun bei den mit Messern oder ähnlichen Maschinenteilen arbeitenden Maschinen auf zwei Wegen erreichen. Hierin liegt auch der grundsätzliche Unterschied zwischen den deutschen und den amerikanischen Maschinen. Einmal ist diese Einstellbarkeit der Schäldicke durch Verstellbarkeit der Messer während des Betriebes zu erreichen wie meist bei den amerikanischen Maschinen, die mit Messern arbeiten, und das andre Mal wird diese Einstellbarkeit der Schäldicke dadurch erreicht, daß das Holz je nach der verlangten Schäldicke den Messern mehr oder weniger genähert wird. Ein andrer Umstand, der darauf ebenfalls einen sehr bestimmten Einfluß hat, ist die Umdrehungsgeschwindigkeit des zu schälenden Stammes.

Um aber der Forderung nach sparsamem Entr
auch gerecht werden zu können, muß man die Mas
so bauen, daß der Arbeiter garnicht in der Lage ist,
absichtlich mit einem größeren Span zu arbeiten, w
es z. B. leicht dann tut, wenn im Stücklohn entrindet
Der Arbeiter ist dann leicht bestrebt, die Maschine s
zustellen, daß das Holz schon beim ersten Durchg
sauber geschält ist. Das kann natürlich in den m
Fällen nur auf Kosten der Sparsamkeit erfolgen.
Schälmaschinen müssen daher so gebaut sein, daß
leichtfertige Bedienung sehr erschwert oder auch
unmöglich gemacht wird. Dieser Forderung entspr
nun die Maschinen mit verstellbarem Messer nicht,
sie veranlassen den Arbeiter immer leicht zum
schwenderischen Schälen, um eine große Mengenlei
zu vollbringen.

Wie schon erwähnt, hat die Umfangsgeschwindi
des Holzes einen Einfluß auf die saubere und spa
Schälarbeit. Es ist in Betracht zu ziehen, daß die Me
scheiben der neueren Entrindemaschinen sich mit
großen Umdrehungszahl bewegen und daß infolged
bei einer Verringerung der Schnittgeschwindigkeit s
eine beträchtliche Erhöhung der Schälverluste ein
muß, weil dadurch ein dickerer Span genommen
Von einer Entrindemaschine, die auch bezüglich
Sparsamkeit allen Anforderungen genügt, ist daher
eine gute und leichte Regelbarkeit der Holzdrehu
verlangen; denn dadurch wird die Spandicke beein

Es lag nun nahe, daß man bestrebt war, die zw
los feststehenden Nachteile der Messerschälmasc
zu vermeiden, indem man neue Wege einschlug und
richtungen schuf, bei denen die Messer ganz verm
waren. Es mag noch vorausgeschickt sein, daß auch
Maschinen noch bei weitem nicht den Anforderunge
sprechen, die man an eine Schälmaschine stellen
Für viele Zwecke aber haben sie sich schon rech
bewährt. Zu den ältesten Vertretern dieser Art der
entrindemaschinen ist wohl die Holzentrindet
mel der Zeitzer Dampfkessel- und Apparate
G. Schumann, Zeitz, zu nennen, Abb. 1.

Der Mantel dieser Entrindungstrommel besteh
Eisenstäben, die den Umfang des Zylinders bilde
zwischen sich Schlitze lassen. Die anhaftende Rinde
ohne Verlust durch Stoß und Reibung der Hölzer
einander und durch gleichzeitiges Auffallen der Klöt
die den Mantel der Trommel bildenden Eisenstäb
reicht. Das zum Waschen der Hölzer erforderliche W
wird durch die Welle eingelassen. Die abgelöste
fällt durch die von den Stäben des Mantels gebi
Schlitze unter die Trommel. Ganz besonders wird
diese Entrindetrommel als vorteilhaft erweisen
Schälen von ganz dünnen Hölzern, die man mit der

RZ134Z1

Abb. 1
Entrindetrommel der Zeitzer Dampfkessel- und
Apparatefabrik G. Schumann

Abb. 2
Entrindetrommel der Firma Heerbrandt, A.-G., Raguhn

vorteilhaft oder überhaupt nicht schälen kann, die heute besonders bei der Herstellung von Braun-ff immer mehr benutzt werden. Man wird unter ge-en Umständen auch Holz für andere Zwecke damit en können. Ob das aber für alle Zwecke von Vorteil wird, darüber soll weiter unten noch gesprochen en.

Eine ähnliche und den neuzeitlichen Verhältnissen angepaßte Entrindetrommel ist die der Firma Heer-dt A.-G., Raguhn[1]), Abb. 2.

Diese neue Entrindungstrommel hat achteckigen schnitt, wobei die den Mantel bildenden Eisenstäbe wie bei der vorerwähnten Trommel parallel zur richtung der Trommel liegen, sondern senkrecht zu Am Umfang der achteckigen Trommel sitzen Lauf-e, mit denen sich die Trommel auf Rollen dreht. Der ieb erfolgt von einem mittleren, als Kettenrad aus-deten Ring aus durch Kettentrieb. Die Stäbe des nmelumfanges werden aus alten Kesselrohren ge-t, bieten also dem Holze keine scharfen Kanten. Der tbedarf einer solchen Maschine beträgt etwa 4 PS, Trommel macht etwa 6 Uml./min. Auch diese Ent-etrommel ist in erster Linie für Holz zu Braun-ff vorgesehen. Das Holz wird entrindet, wie es aus Kocher kommt, also ohne besonderen Zusatz von ser. Die Trommel arbeitet ununterbrochen; denn an höher gelegenen Ende wird das Holz mit der Hand ein-orfen und durch die Drehung im Innern der Trommel Stück emporgehoben. Es fällt dann infolge seiner ere wieder zurück. Dabei schlagen die einzelnen rollen gegeneinander und zugleich auf die aus elrohr gebildeten Querstäbe auf. Zudem reiben sich Rollen aneinander und an den runden Stäben, wobei noch anhaftenden Rinden- und Bastteile abfallen und h die Schlitze im Trommelumfang herausfallen. Ein nputzen ist also nicht mehr erforderlich. Bei richtiger l der Trommellänge erzielt man eine vollkommene igung des gedämpften oder gekochten Holzes bei ein-gem Durchgang durch die Trommel. Macht man die nmeln hingegen zu lang, so besteht die Gefahr, daß die Enden der Rollen filzig schlagen, also die be-nten Bärte bilden, die natürlich in der Holzschleiferei erlich sind, da sie einen splittrigen Stoff ergeben.

Soweit bekannt ist, hat man nun diese Konstruktionen er zum Entrinden von Holz für Weißschliff und Zel-se noch nicht verwendet, obgleich anzunehmen ist, sie auch hier, wenigstens in der zuletzt beschriebenen art, ihren Zweck erfüllen würden. Man würde dann dings nicht trocken arbeiten können, sondern müßte Wasser zusetzen, um die Rinde zu erweichen und die abgeriebenen Rinden- und Bastteile wegzuschwemmen.

In der Tat verwendet man im Ausland auch bereits derartige Trommeln zum Schälen von Holz für Zellulose und Weißschliff. In der Hauptsache sind die bekanntgewordenen Bauarten allerdings amerikanischer Herkunft. Am bekanntesten ist hierbei die Entrindetrommel der Fibre Making Processes Inc., Chikago, geworden, Abb. 3. Die Bauart dieser Trommel ist kurz die folgende:

Die Trommel ist in schweren Ketten in der Weise in einem Betontrog aufgehängt, daß ihr aus Profileisen besonderer Art gebildeter Mantel die Wände des Troges nicht berührt. Durch besondere Druckrollen wird der Abstand des Trommelmantels von den Trogwänden stets gleich gehalten. Diese Trommel wird durch die Ketten, und zwar mittels eines Zahnradvorgeleges angetrieben. Die Eisenträger des Trommelmantels bilden nach innen kurze Lamellen. Der Abstand der einzelnen Eisen voneinander ist so, daß sich zwischen je zweien von ihnen ein Schlitz befindet, durch den die Rindenteile usw. entweichen können. Die Trommel taucht so in den Trog ein, daß sie zu etwa ⅓ mit Wasser gefüllt ist. Die Holzrollen werden auf der einen Seite eingeworfen und durch die Trommeldrehung mit nach oben genommen, von wo sie durch die Schwerkraft wieder nach unten fallen und sich so aneinander und an den Lamellen des Trommelumfanges reiben. Rinden- und Bastteile werden ohne jeden Verlust entfernt, so daß selbst knorrige und bucklige Stücke sauber entrindet sind.

Das geschälte Holz wird aus der Trommel selbsttätig ausgeworfen, so daß man es auf ein Förderband oder auf eine andere Fördereinrichtung aufgeben kann, die es ohne weitere menschliche Hilfe nach den Verarbeitungsstellen, den Schleifern oder den Hackmaschinen bringt.

Es besteht natürlich auch hier die Gefahr, daß durch zu langes Behandeln in diesen Trommeln die Enden der Holzrollen „filzig" werden und splittern. Durch mehr oder minder rasches Umlaufenlassen der Trommel kann man aber die richtige Behandlungszeit sehr gut feststellen und anwenden.

Es gibt noch einige andre Entrindungstrommeln, die auf dem gleichen oder einem ähnlichen Grundsatze beruhen, so z. B. die Maschinen der Waterous Engine Works Co. in Brantford (Kanada). Es soll aber auf diese Bauarten nicht weiter eingegangen werden, da sie mehr oder weniger den oben beschriebenen ähneln.

Auf einem ganz andern Grundsatz beruht die Entrindungsmaschine nach Thorne[2]) der Canadian Allis-Challmers Ltd. in Toronto (Kanada), die ebenfalls ohne Messer arbeitet und das Holz durch Reibung sauber schält. Ganz besonders kommt diese Einrichtung zum Entrinden von Baumstämmen in Frage, also da, wo man das Holz als Langholz bezieht. Sie läßt sich allerdings auch ohne weiteres für Rollenholz verwenden, nur ist dann die Wirtschaftlichkeit dieser an und für sich umfangreichen Maschinen leicht in Frage gestellt.

[1]) Wochenblatt für Papierfabrikation Bd. 57 (1926) S. 371.

[2]) Vgl. Z. Bd. 71 (1927) S. 585.

Abb. 3
Entrindetrommel der Fibre Making Processes Inc., Chikago

Die Wirkung dieser Maschine beruht darauf, daß die Baumstämme in muldenförmigen Behältern aneinander gerieben werden, wobei schließlich die Rinde entfernt wird. Durch diese Neuerung wird angestrebt, zugleich eine sehr einfache und doch sicherwirkende Beförderung der Baumstämme durch die Entrindungsvorrichtung zu erreichen. Zu diesem Zwecke greifen durch Bodenschlitze dieser Entrindungsbehälter auf sich drehenden Wellen angeordnete Daumen, die sich vor den Stämmen emporheben und hinter sich einen Raum schaffen, in den alsbald neue Stämme eintreten. So werden die sämtlichen in einem Behälter befindlichen Stämme fortwährend bewegt und in gegenseitige Reibung untereinander versetzt. Diese die Stämme in gegenseitige Bewegung versetzenden Daumen sind auf einer drehbaren Welle als Doppeldaumen ausgeführt, deren in Drehrichtung vorauslaufende Flächen nach auswärts gewölbt sind.

Die Maschine hat folgende Wirkungsweise, Abb. 4: Wenn die erste Mulde durch die über eine Plattform zugeführten Stämme vollständig gefüllt ist und die Daumen in Drehung versetzt werden, so drücken sie jeweilig die Stämme, die in ihrem Bereich sind, beiseite und versetzen sie zugleich in Drehung. Dabei schaffen sie hinter sich einen Raum, in den wieder andre Stämme nachrücken. Die von den Daumen in Drehung versetzten Stämme übertragen dabei die Drehung immer wieder auf die benachbarten Stämme. Bei dieser Drehung wird eine

Abb. 4
Wirkungsweise der Entrindemaschine nach Thorne

starke Reibung der Oberfläche erzielt, wodurch dies mählich von der Rinde oder sonstigen an der Oberf des festen Holzes sitzenden Stoffen befreit werden. Drehung teilt sich sämtlichen in einer Mulde befindl Stämmen mit und ist am stärksten im mittleren Teil Mulde. Bei der dauernden Zuführung von Stämmen den dann die in der Nähe der Rückwand befindliche hoben und wandern über schräge Flächen zur näc Mulde, wo die Bearbeitung der Oberfläche fortg wird. Auch bei diesen Entrindemaschinen ist dings die Gefahr des Splitterns der Rollenenden nicht ausgeschlossen; immerhin werden sie aber neuerdin großen amerikanischen Zellstoffabriken weitg benutzt. [B 1

Fehlerhafte Ventilbauart

An der in Abb. 1 wiedergegebenen Ventilbauart, die für das Saugventil eines Gaskompressors verwendet wurde, haben sich, wie G. M. Strobl in „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 810 berichtet, wiederholt Brüche ereignet, die schwere Schäden am ganzen Kompressor zur Folge hatten. Ein Hauptfehler war die unzureichende Lagerung und Sicherung der Feder, die man zur Vermeidung von Ventilschlägen für notwendig angesehen hatte. Schon nach kurzer Zeit

Abb. 1
Ausbohren des Ventilschaftes; Splintbefestigung und Fehlen des Federkolbens bei c sind Konstruktionsmängel
a Bruchstelle der Ventilspindel
b Hubbegrenzung

Abb. 2
Einwandfreie Ventilkonstruktion

wurde der Splint, der zur Sicherung des auf das untere Ende der Ventilspindel aufgeschraubten Federtellers diente, in seinem nicht genau passenden Loch lose; die Schläge, die infolgedessen am Übergang zum Gewinde bei jedem Hubwechsel des Ventils auftraten und die sich noch dadurch verstärkten, daß sich auch der Federteller ein wenig lockerte, riefen Kerbwirkungen an der Ventilspindel bei a hervor, wo der volle Querschnitt in das Gewinde überging, und außerdem beanspruchten sie die Splintenden, deren Auflagefläche in der Ventilspindel sehr gering war, da man aus Rücksicht auf die Gewichtersparnis die Spindel bis auf 2 mm Wanddicke ausgebohrt hatte. Brüche der Spindel am Übergang zum Gewinde und Brüche der Splinte, verbunden mit Abfallen der Federteller, waren die Folgen. Auch an der Stelle c, wo die Stege im Kolbenboden nur etwa 3 mm breit waren und durch die unmittelbar daraufliegende Feder bis zu 5 mm tief abgenutzt wurden, traten wiederholt Kerbbrüche auf, begünstigt durch Lunker, die sich gerade an dieser Stelle gebildet hatten.

Nachdem man verschiedene andre Mittel vergeblich versucht hatte, brachte die in Abb. 2 wiedergegebene Bauart dauernde Abhilfe. Man verzichtete auf die Ventilfede auf das Ausbohren der Ventilspindel, ohne daß darum Gang der Ventile geräuschvoller wurde. Dagegen wi zugleich die Hubbegrenzung bildende vierkantige Telle das glatte Ende der Ventilspindel geschoben und durch hochkantig gestellten Keil gehalten, der durch ein übe Teller geschobenes Blech gegen Herausfallen gesiche [M 7

Zweistufig wirkende Fliehkraftkupplung

Eine neuartige Riemenscheibe mit eingebauter kraftkupplung nach Dipl.-Ing. Schulmann, die der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, zur meidung von störenden Stromstößen in elektrischen netzen in Verbindung mit Kurzschlußmotoren ge wird, ist nach ETZ Bd. 48 (1927) S. 1131 in Abb. 3 wiedergegeben. Das mechanisch wesentlich Neue Kupplung besteht darin, daß die Fliehkraftgewichte a starr mit der Nabe b der Riemenscheibe verbunden, so mittels radialer Bolzen auf einem Ring c geführt sin sich um die Nabe frei drehen kann. Der Ring c wir der Nabe dadurch mitgenommen, daß sich die unte Einfluß der Fliehkraft nach außen gehenden Gleitstü von innen an den Ring anlegen. Beim Einschalte Motors laufen daher die Schwunggewichte a nicht mit, es dauert vielmehr etwa 5 s, bis sich der Ring reichend beschleunigt, und diese Zeit kann man ausn um den in Sternschaltung anlaufenden Kurzschlußank Dreieck umzuschalten. Sobald die Schwunggewichte nügend beschleunigt worden sind, drücken sie die Ferrodoasbest belegten Reibscheiben e auseinander, s die Riemenscheibe f mitgenommen wird. [M 7

Abb. 3 und 4
Zweistufig wirkende Fliehkraftkupplung
a Fliehkraftgewichte
b Nabe der Riemenscheibe
c Ring zur Führung der Fliehkraftgewichte
d Gleitstücke
e Reibscheib
f Riemensche

Weltkraftkonferenz Basel 1926

Der elektrische Betrieb der Eisenbahnen[1])

Abteilung E der Tagung

nter Umstellung der Eisenbahnen auf elektrischen b, weiterhin kurz „Umstellung“ genannt, ist im Sinne u behandelnden Gegenstandes die Einführung oder htung der elektrischen Zugförderung bei bestehenden bahnen zu verstehen, die mit Dampf betrieben werden, ei neuen Eisenbahnen, die mit Dampf betrieben werönnten.

mstellung führt in einem weiten Gebiete lebenswichmit Energieverbrauch verknüpfter menschlicher Tätigu einer besseren und schöneren Energienutzung und im Energiehaushalt der Welt im Sinne der Sparsam- Umstellung macht den Betrieb der Eisenbahnen ber und angenehmer, technisch sicherer und in vielen wirtschaftlich besser. Umstellung ist daher Fortt im Bau und Betrieb von Eisenbahnen.

mstellung war die letzte und in gewissen Beziehungen sch schwierigste, wirtschaftlich am längsten zweifel- Anwendung des elektrischen Betriebes im Gebiete des hrs auf Schienenwegen. Die Frage der Umstellung les elektrischen Betriebes von Eisenbahnen, fortan des elektrischen Betriebes, ist allgemein anerkanntertechnisch so weit gelöst, daß keinem heute über- in Betracht kommenden Umstellungsplan technische nken gesetzt sind. Die elektrische Zugförderung hat ampflokomotive in allen wesentlichen Beziehungen sch eingeholt, in vielen sogar überholt. Vervollnungen und mit Vereinfachung und Vereinheitlichung inzelheiten sowie mit Wiederholung der Ausführung bare Verbilligungen sind selbstverständlich zu ern. Dagegen stehen auf elektrotechnischer Seite keine ungen in Aussicht, die die Stellung der elektrischen rderung gegenüber dem Dampfbetrieb gründlich änkönnten. Ebensowenig ist vorauszusehen, daß von den flokomotiven und Triebfahrzeugen mit andern als fmotoren Fortschritte gemacht werden, die den Vorg der elektrischen Zugförderung zweifelhaft machen en.

ie Zahl der durchgeführten Umstellungen kann als end bezeichnet werden. Sie decken alle möglichen von Betrieben, für die Dampfkraft diente und andersoch dient. Die technischen Erfahrungen waren in den n Fällen von Anfang an gut, nie wurde eine Umng bereut. Die elektrischen Betriebe stehen vielmehr weg in der Gunst nicht nur des Publikums, sondern der Bedienungsmannschaft. Die wirtschaftlichen Ergen scheinen nirgends enttäuscht zu haben. In vielen sind sie einfach gut und übertreffen die Erwartun- In keinem Falle wurde je die Rückkehr zum Dampfb in Erwägung gezogen. Vielmehr wurden zahlreiche llungen nach der ersten Einführung erweitert.

chon früher, aber besonders während des Weltkrieges eit diesem wurden Eisenbahnlinien in größerem Umauf elektrischen Betrieb umgestellt, der zwar allgeals technischer Erfolg, aber nicht allgemein als wirtlicher, zur Nachahmung durch andre ähnliche Umgen anreizender Erfolg anerkannt wird. Wenigstens t vielen der wirtschaftliche Erfolg, den sie nicht ben, nicht groß genug im Verhältnis zu den geldlichen zu sein, die mit großen Umstellungen unvermeidlich üpft sind. Diese Umstellungen auf elektrischen Beumfassen Eisenbahnlinien, deren Betrieb mit Dampf ungenügend geworden war, noch seither geworden Bei den Kohlenpreisen der Gegenwart wäre ihr fbetrieb wirtschaftlich nicht schlechter als die Mehrler andern Dampfbetriebe, die noch bestehen.

us Gründen, die hier nicht erst angeführt zu werden nen, darf eine Umstellung nicht ein technischer Fortt und zugleich ein wirtschaftlicher Rückschritt sein. wäre der Fall, wenn eine Umstellung Kosten bereitet, ch geschäftlich nicht lohnen. Die Untersuchung, ob ine geplante Umstellung geschäftlich lohnen werde, ar ob ein vorliegender elektrischer Betrieb geschäftlohnend sei, bereitet eigentümliche Schwierigkeiten sätzlicher Art. Wie alle größeren eisenbahnwirtlichen Untersuchungen sind diejenigen, die den elekn Betrieb im Vergleich zum Dampfbetrieb betreffen, ier.

ene Schwierigkeiten und diese Unsicherheit verzögern ie Umstellung. Die Untersuchungen sind für jede gewissenhafte Verwaltung notwendig, die eine Umstellung ins Auge faßt, und sind unentbehrlich zur Überwachung bestehender größerer elektrischer Betriebe. Von den rechnerischen Untersuchungen im Zusammenhang mit Umstellungsplänen sollte aber nicht gewissermaßen die mathematische Entscheidung erwartet werden. Umstellung ist mit Bau- und Anschaffungskosten verknüpft. Diese Kosten können sich in der Regel geschäftlich lohnen, wenn die mit ihnen erkaufte größere Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen auch wirklich ausgenutzt wird.

Mit den Verbesserungen soll man nicht warten, bis es ohne sie nicht mehr geht. Die mit ihnen verknüpften Ausgaben werden daher in der Regel gewagt auf Grund der Voraussicht, daß der Verkehr weiter zunehme und ihre Lohnung in der Folge eintrete. Es kann getrost gesagt werden, daß die meisten großen und kostspieligen baulichen Verbesserungen von Eisenbahnen sich ohne Zunahme des Verkehrs geschäftlich nicht lohnen würden. Sie werden gemacht, weil sie nötig scheinen, obwohl im Augenblick kein Zwang dazu vorliegt.

Nun ist freilich eine Umstellung, die die Wirtschaft einer Eisenbahn wesentlich verbessern können soll, ein verhältnismäßig großes Unternehmen und daher mit einem geldlichen Aufwand verknüpft, der, auch wenn auf eine Reihe von Jahren verteilt, bedeutend größer als für alle andern Verbesserungen zusammen ist. Er macht sich überdies für die Verwaltung besonders fühlbar, weil er auf einmal im Gesamtbetrag verantwortet werden muß und wie jede neue Aufnahme von Kapital das Eisenbahnunternehmen empfindlich gegen Verkehrsrückschläge macht.

Die meisten ausgedehnten, aus technischen Gründen nicht erforderlichen Umstellungen werden von Staatsbahnen unternommen, deren Kredit mehr oder weniger durch den nationalen oder internationalen Kredit des Staates bestimmt ist. Der Staat kann starke volkswirtschaftliche Gründe haben, die die Umstellung nahelegen: Verminderung des Einfuhrüberschusses durch Einschränkung der Kohleneinfuhr, Nutzbarmachung einheimischer Wasserkräfte, Entwicklung der Industrie des Landes, Schaffung von Gelegenheit zur Beschäftigung der Industrie, Gewerbe und Handwerk usw. Sein Anteil an diesen Folgen der Umstellung kann so groß sein, daß er sie sogar bei Privatbahnen des Landes durch Geldhergabe oder auf andre Art erleichtert. Es wäre aber ein Irrtum, zu vermuten, daß bei den Staatseisenbahnen der eigentliche wirtschaftliche Erfolg der Umstellung weniger erforderlich ist als bei Privatbahnen. Eine wirtschaftlich erfolglose Verwendung so großer Geldmittel würde den Staatskredit gefährden.

Es wurde bereits bemerkt, daß die Technik zu jeder Umstellung, die heute überhaupt in Betracht kommen kann, bereit sei und keine umwälzenden Neuerungen in Aussicht stehen. Trotzdem hat die Zurückhaltung mancher Verwaltung gegenüber der Umstellung auch technische Gründe.

In vielen Ländern haben die maßgebenden Eisenbahnverwaltungen oder der Staat eine bestimmte Stromart innerhalb ihres Landes gewählt und dadurch eine wesentliche Hemmung der Umstellung weggeschafft. Nur Italien, in dem schon viele elektrische Bahnbetriebe mit so großem Erfolg eingerichtet wurden, gibt das Beispiel der Ungewißheit für seine weiteren Umstellungen. In den Vereinigten Staaten von Amerika ist die Frage nach der Stromart von einer auch nur für Gruppen von Eisenbahnen gültigen Lösung anscheinend noch weit entfernt. Hieraus und aus dem Bedürfnis nach Einheitlichkeit im Eisenbahnbetrieb wenigstens innerhalb eines Landes, entsteht ohne Zweifel für jede zur Umstellung geneigte Verwaltung ein bedeutendes Hindernis; denn keine möchte die Gefahr laufen, mit ihrer Wahl vereinzelt zu bleiben. Dieses Hindernis verliert von seiner Wirksamkeit heute dadurch etwas, daß es für den Erfolg der Umstellung weniger auf die Wahl der Stromart als auf die Güte der Ausführung ankommt.

Bei vielen neuen größeren elektrischen Betrieben wird der größte Teil der Energie in bahneignen Kraftwerken erzeugt. Die zentrale Erzeugung der Energie und ihre Übertragung nach den Hauptspeisepunkten ist bei einem einigermaßen verkehrsreichen, geographisch nicht zu stark auseinandergezogenen Eisenbahnnetz wirtschaftlich in der Regel am günstigsten. In Wirklichkeit entstanden die meisten bahneignen Kraftwerke aus rein praktischen Gründen und infolge zwingender Umstände. Dasselbe gilt auch für die nicht bahneignen Kraftwerke.

Die Umstellungen können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt, und zwar können voneinander unterschieden werden:

A. Umstellung neuer Eisenbahnen,
B. Umstellung bestehender mit Dampf betriebener Eisenbahnen.

[1]) Unter Benutzung des Generalberichtes, erstattet von Dr. E. r-Stockar, Bern. Teilberichte sind erschienen in Z. Bd. 71 (1927) 459, 477, 895 und 1284. Der Generalbericht ist erschienen im Ver- Emil Birkhäuser & Cie, Basel, Preis 125 Schw. Fr.; den Vertrieb itschland hat die VDI-Buchhandlung.

In den letzten 10 bis 15 Jahren, während deren die meisten größeren Umstellungen unternommen wurden, sind verhältnismäßig wenig größere neue Eisenbahnen gebaut worden. Es gab daher zu Umstellungen der Hauptklasse A wenig Gelegenheit. Geschichtlich an erster Stelle, 1899, dürfte die Bahn Burgdorf — Thun stehen. Die Queralpen-Hauptlinie Frutigen — Brig der Berner Alpenbahngesellschaft, vollendet 1913, wurde von Anfang an elektrisch betrieben. Heute würde man kaum irgendwo in der Welt eine Eisenbahn von ähnlicher Art anders planen als mit elektrischem Betriebe. In Teilen der Erde, in denen Eisenbahnen noch berufen sein werden, Land zu erschließen, können Umstellungen großen Ausmaßes in der Zukunft erwartet werden. Die Umstellungen neuer Bahnen sind unter sonst gleichen Umständen insofern von vornherein günstiger als andre, als sie keine beim Dampfbetrieb nötig gewesenen Einrichtungen und Betriebsmittel entwerten, sondern sogar den Bau der Eisenbahn verbilligen können.

Bei den Umstellungen der Hauptklasse B, die bis auf weiteres am bemerkenswertesten sind, können voneinander unterschieden werden:

a) Umstellungen, zu denen nur technischer Zwang vorliegt oder zu erwarten ist,
b) Umstellungen, zu denen technischer und wirtschaftlicher Zwang vorliegt oder bevorsteht,
c) Umstellungen, zu denen ein Zwang nicht vorliegt und nicht binnen kurzem vorauszusehen ist, sondern die nur Vorteil versprechen, und zwar
   I. Umstellungen von verhältnismäßig bescheidenem Umfang als Betriebsversuche, die mehr oder weniger später ausgedehnt werden sollen.
   II. Umstellungen von einzelnen größeren Linien oder Liniengruppen von Eisenbahnen, bei denen der Dampfbetrieb eine deutliche Unzulänglichkeit zeigt und die elektrische Zugförderung betriebstechnische und betriebswirtschaftliche Vorzüge bietet und gute geldliche Vorteile verspricht.
   III. Umstellungen ganzer Eisenbahnnetze oder größerer Teile von solchen, besonders der Hauptlinien.

Unter Eisenbahn und Eisenbahnnetz ist hier immer das einer und derselben Verwaltung unterstellte Eisenbahnnetz oder ein Teil oder nur eine Linie zu verstehen.

In die Klasse B a) gehören die Umstellungen von Tunnelstrecken, also z. B. folgender:
Baltimore-Tunnel, Cascade-Tunnel, Detroit-Tunnel, Hoosac-Tunnel, Simplon-Tunnel.

Sie erstrecken sich je von der letzten Haltestelle vor dem Tunnel bis zur ersten hinter dem Tunnel, beide eingeschlossen. Der technische Zwang zu den Umstellungen in den Tunneln wird von der Rauchplage ausgeübt, die mit dem Dampfbetrieb in langen Tunneln von wirtschaftlich möglicher Ausführung verknüpft ist und bei starkem Verkehr gesundheitlich schädlich wird, den Betrieb gefährdet und bei starkem Verkehr schließlich praktisch unmöglich machen kann. Die Umstellungen auf den Tunnelstrecken sind nicht sehr ausgedehnt und erfordern nur wenige elektrische Lokomotiven. Sie brauchen daher verhältnismäßig wenig Kapital, das sogar im Verhältnis zu den Baukosten der betreffenden Tunnel gering ist. Sie werden als nötig anerkannt, und es fällt niemanden ein, zu untersuchen, ob der elektrische Betrieb dieser Tunnel mehr oder weniger koste als der Dampfbetrieb.

Nichtsdestoweniger ist das betriebswirtschaftliche Verhalten dieser elektrischen Tunnelstrecken in vielen Beziehungen bemerkenswert. Die Erfahrungen im Betrieb, die jährlichen Fahr- und Zugleistungen der Lokomotiven, deren Unterhaltkosten und die Unterhaltkosten der Fahrleitungen sind übertragbar auf andre Umstellungen und zu lehrreichen Vergleichen mit andern elektrischen Betrieben brauchbar. Sie sind besonders bemerkenswert, wenn sie sich, wie heute schon, auf verhältnismäßig alte Betriebe beziehen; denn sie geben gute Anhaltpunkte für die Schätzung der Lebensdauer von Hilfseinrichtungen und Fahrzeugen.

In die Klasse B b) gehören z. B. folgende Umstellungen:

1. Großbahnhöfe innerhalb von Großstädten und deren Zufahrten: Quai d'Orsay, Paris bis Juvisy, Pennsylvania-Bahnhof New York bis Manhattan-Fähre, Grand-Central-Bahnhof in New York bis Harmon.
2. Metropolitan- und Distrikt-Bahn, London.
3. Mit den Hauptbahnnetzen zusammenhängende Linien innerhalb der großen Städte und Vorstädte.
4. Von den Hauptbahnhöfen der großen Städte bis in die Vororte ausstrahlende Linien.
5. Die Hauptlinien quer durch Gebirge: Giovi, Mont-Cenis, Gotthard, Albula, Arlberg (Lötschberg gehört in die Hauptklasse A).

Bei diesen Umstellungen lagen Notwendigkeite[n vor,] denen die Verwaltungen nachgeben mußten oder in [kurzer] Zeit hätten nachgeben müssen. Bei Eisenbahnen unte[r ähn]lichen Verhältnissen, die noch nicht umgestellt sind[, tritt] die Notwendigkeit bereits vor oder wird bei stärkere[m Ver]kehr eintreten. Im Falle der Beispiele 1 und 2 w[urde die] Notwendigkeit der Umstellung bestimmt gegeben m[it der] Notwendigkeit zu neuen Bahnhofbauten in Paris ode[r New] York. Im Falle der andern Beispiele erkannten die V[erwal]tungen die Notwendigkeit, weil sie die Not in abse[hbarer] Zeit voraussahen, die die Folge der Beibehaltung des [Dampf]betriebes gewesen wäre und von der bereits deutlic[he An]zeichen zu bemerken waren.

Genau genommen, gibt es, wenigstens bei den be[stehen]den Eisenbahnen, außer der Rauchplage keinen rei[n tech]nischen Zwang zur Umstellung auf elektrischen B[etrieb,] solange es möglich ist oder wäre, die gewünschten [maschi]nentechnischen Leistungen der elektrischen Zugför[derung] mit dem Dampfbetrieb zu erreichen, sei es mit Dam[pfloko]motiven, sei es mit entsprechenden Um- oder Neu[bauten,] sei es mit beiden Mitteln. Der Zwang zur Umstellun[g, …] deren Notwendigkeit war oder ist in den meisten Fäl[len der] Klasse B b) in Wirklichkeit betriebstechnisch, betrie[bswirt]schaftlich, verkehrspolitisch und geldlich. Je nac[h dem] Falle war oder ist der eine oder andre der genannt[en Ge]sichtspunkte entscheidend.

Bei den als Beispiel 1 zusammengefaßten Umstel[lungen] wäre die praktische Lösung der gestellten Aufgab[e auf] einem andern Weg als auf dem der Umstellung auf e[lektri]schen Betrieb auch heute noch kaum denkbar. In [beiden] Fällen war Umstellung unbedingt Voraussetzung, te[ils der] Entstehung, teils der Erhaltung und des Umbau[es von] großen Bahnhöfen von größter Lebenswichtigkeit na[ch Lei]stungsfähigkeit und Lage sowohl für den Verkehr al[s auch] für die Verwaltungen. Umstellung war in diesen [Fällen] praktisch die einzige Rettung: In New York war di[e Ver]meidung der Rauchplage sogar unbedingte Forderu[ng der] Behörde. Aus vielen Gründen, die hier nicht gena[nnt zu] werden brauchen, war elektrischer Betrieb so nötig, [Dampf]betrieb so unbrauchbar, daß die Frage, welcher Betr[ieb der] billigere sei, nicht gestellt werden konnte. Diese [Umstel]lungen werden hier, statt bei der Klasse B a), e[rwähnt] wegen ihrer großen allgemeinen Bedeutung in d[er Ge]schichte der Umstellung auf elektrischen Betrieb un[d weil] sie über die Zone, in der der Zwang zu ihnen vorla[g, hinaus] ausgeführt wurden und durch die Größe der Betriebs[leistun]gen Quellen höchst maßgebender technischer und [wirt]schaftlicher Erfahrungen sind.

Bei dem Beispiel 2 wäre die Rauchplage bei dem [heuti]gen Verkehr wohl auch so groß, daß die Behörde d[ie Um]stellung vorschriebe. Wie der heutige Verkehr auf [den be]stehenden Gleisen in den bestehenden Tunneln and[ers als] mit elektrischer Zugförderung bewältigt werden kön[nte, ist] überhaupt nicht einzusehen.

In Fällen wie bei Beispiel 3 und 4 spielt die V[ermei]dung der Rauchplage zwar auch eine wichtige Roll[e; aus]schlaggebend war und ist aber die heute allgemein [gewon]nene Erkenntnis, daß der elektrische Betrieb von ve[rkehrs]reichen Stadt- und Vororteisenbahnen technisch, wir[tschaft]lich und verkehrspolitisch dem Dampfbetrieb bei [weitem] überlegen und das einzige Mittel zur Aufrechterhaltu[ng oder] Wiederherstellung der Fähigkeit zum Wettbewerb [mit den] andern Beförderungsarten innerhalb des Stadt- und [Vorort]gebietes ist.

Zur Zeit gibt es noch Dampfbetriebe, wenigste[ns auf] Vorortstrecken, die nicht so unvorteilhaft arbeiten, d[aß ihre] Beibehaltung bis auf weiteres für die Eisenbahn[en eine Ab]hängnisvoll wäre. Es dürfte aber kaum einen unte[r ihnen] geben, dessen Ersatz durch den elektrischen Betrie[b nicht] erwogen oder grundsätzlich beschlossen ist.

Bei den als Beispiel 5 zusammengefaßten Umste[llungen] kommt je ein langer Tunnel vor, in dem die Rau[chplage] die Grenze der Zulässigkeit erreicht hatte und wo d[ie Um]stellung allein nach Art der Umstellungen in den T[unneln] der Klasse A a) durchaus die Kosten gelohnt hätte[. Doch] war die elektrische Zugförderung zur Zeit dieser [Umstel]lungen bereits so weit entwickelt und als im Betrieb[e auf] steiler Strecken dem Dampfbetriebe technisch und [wirt]schaftlich zweifellos überlegen bekannt, daß nicht g[ezögert] wurde, statt nur der langen Tunnel auch die Zufahr[ten in] betriebsorganisatorisch angezeigte Länge umzustellen[, zumal] diese Zufahrten zum Teil sehr tunnelreich sind.

Bei diesen Umstellungen wurde jedesmal ein [großer] Park von Dampflokomotiven überflüssig. Ferner [wurden] Schuppen und Werkstätten umgebaut und eingericht[et wer]den. Da es sich aber um keine im Verhältnis zur [Gesamt]ausdehnung des Eisenbahnnetzes der betreffenden [Verwal]tung ausgedehnte Umstellung handelte, konnten di[e …]

gewordenen Dampfbetriebsmittel nützlich verwendet rhebliche Verluste infolge von Entwertungen ver- werden.

ber die Notwendigkeit dieser Umstellungen und ihren haftlichen Erfolg kann schon eher gestritten werden er den der Umstellungen nach den Beispielen 1 bis 4. ann z. B. besonders leicht hinterher von leistungsfähi- und sparsameren Dampflokomotiven sprechen, die in- en angeschafft worden wären. Auch die Verkehrs- kann angeschnitten werden, wenn sich die Bean- ung nicht so entwickelte, wie vorausgesehen wurde. steht aber allgemein kein Zweifel darüber, daß die llung auf elektrischen Betrieb bei verkehrswichtigen von der Art der Queralpen-Eisenbahnen, überhaupt rkehrsreichen Linien mit vielen oder langen Steigun- nd vielen Tunneln, angezeigt ist, sobald die Geld- vorhanden sind, und mehr oder weniger bald wirk- ötig wird in dem Sinne, daß elektrischer Betrieb ßlich das einfachste, wirksamste und, alles berück- t, billigste Mittel ist, um die Wettbewerbfähigkeit alten und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen.

die Klasse B c) gehören die Umstellungen, von denen ens kleine Teile als in die Klasse B b) gehörend an- n werden könnten, die also keineswegs oder nur t als zur Sicherung des wirtschaftlichen Bestandes treffenden Eisenbahnen angezeigt oder gar nötig be- et werden können. Der betriebstechnische und wirt- liche Erfolg dieser Umstellungen wird durch deren hnungen überhaupt, die geldliche Wirkung durch Ausdehnung im Verhältnis zur Ausdehnung des ahnnetzes der betreffenden Verwaltung stark beein- Aus diesem Grunde sind die drei Unterklassen I, II I gebildet.

die Unterklasse B c I) gehören z. B. die geschichtlich enswerten Umstellungen Lecco — Chiavenna und Sa- — Schuls. Diese wie zahlreiche andre, die mehr oder er bestimmt zur gleichen Unterklasse gehören, waren esentlichen praktische Versuche, die über die nur sche Erprobung von Stromart und Konstruktion hin- lten und den Verwaltungen betriebstechnische und haftliche Erfahrungen als Grundlage zur Beurteilung ssichten des elektrischen Betriebes in größerem Maß- liefern sollten. Ihre geldliche Tragweite war recht . Es konnte von ihnen ebenso wenig ein geldlicher erwartet, als eine geldliche Gefahr befürchtet wer- Die entstandenen elektrischen Betriebe konnten ihre sberechtigung behalten, auch wenn sie keine Ausdeh- im gleichen Eisenbahnnetz erfuhren.

ir solche Versuche wurden von den betreffenden Ver- gen Linien oder Liniengruppen gewählt, deren Be- der elektrischen Zugförderung wenigstens einiger- Gelegenheit gab, ihre technischen Vorzüge gegenüber ampfbetrieb in nützlicher Anwendung zu zeigen, und ht so wenig umfangreich waren, daß sich kein deut- betriebswirtschaftliches Bild entwickeln konnte. Der Erfolg aller zu dieser Unterklasse gehörenden Um- gen wird dadurch bestätigt, daß sie heute als Teile lehnter Umstellungen erscheinen.

ie Unterklasse B c II) umfaßt Umstellungen, die schon nblick auf die Kosten ihrer Durchführung nicht als he der betreffenden Verwaltungen betrachtet werden . Sie beruhen auf der aus den Ergebnissen eingehen- tersuchung der eigenen Dampfbetriebe und der elek- n Betriebe andrer Eisenbahnen an den maßgebenden geschöpften Erkenntnis, daß die Umstellung gewisser oder Liniengruppen Vorteile bietet, die den erforder- Geldaufwand mit befriedigender Gewißheit lohnen. sen Fällen ist der Umfang der Umstellung durch die hnung der zusammenhängenden Linien bestimmt, bei die Voraussetzungen zum betriebswirtschaftlichen der Umstellung schon gegeben sind oder angefangen in rasch wachsendem Maße gegeben zu sein.

diese Unterklasse gehören z. B. folgende Umstellun- Riksgräns-Bahn, Chicago — Milwaukee- und St. Paul- Rocky Mountains- und Missoula-Abschnitte, Norfolk- Western-Bahn, Bluefield-Vivian-Virginian-Bahn Ro- — Mullens.

ei diesen Betrieben liegen alle Umstände vor, unter die betriebswirtschaftliche Überlegenheit der elektri- Zugförderung gegenüber dem Dampfbetrieb theoretisch früher zweifellos festgestanden hätte, nämlich lange ngen bei schweren Zügen. In den beiden ersten Be- waren die Möglichkeiten des Dampfbetriebes wohl nicht völlig erschöpft, hingegen sprach hier die Er- rkeit der Kohle durch Wasserkraft stark für die Um- g auf elektrischen Betrieb nicht wegen des Rauches, n wegen der Kosten. In den beiden andern Fällen ie starke Vergrößerung der Zugkraft, insbesondere der Dauerzugkraft, und die gleichzeitige Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, das heißt eine starke Erhöhung der Anfahr- und Zugleistung der Lokomotiven weit über das von Dampflokomotiven technisch und wirtschaftlich befriedigend Erreichbare hinaus wirtschaftlich vorteilhaft für die Eisenbahngesellschaften.

Die Umstellungen der Unterklasse B c II) betreffen Eisenbahnlinien, die dazu besonders reif waren und Sonderfälle darstellen. Bei diesen Umstellungen muß ein geschäftlicher Gewinn in Gestalt einer die übliche erheblich übersteigenden Verzinsung des Kapitals nachgewiesen werden können, weil dies fast ausschließlich der verfolgte Zweck war. Bei der Riksgräns-Bahn dürfte allerdings der Ersatz eingeführter Kohle durch Wasserkraft im Lande ebenfalls mit als Hauptzweck anzusehen sein.

Zur Unterklasse B c III) gehören die Umstellungen, die geplantermaßen nicht auf Linien beschränkt sind, bei denen der Dampfbetrieb Mängel zeigt, sondern Linien umfassen, die, wenigstens zu normalen Zeiten, ohne Schaden für die betreffenden Eisenbahnen als Unternehmungen noch eine unbestimmt lange Zeit mit Dampf betrieben werden könnten. Dies sind die Umstellungen, die dem leitenden Gedanken entsprechen, nach und nach die ganzen Netze elektrisch zu betreiben, zunächst selbstverständlich die Linien, deren elektrischer Betrieb die zahlreichsten oder wichtigsten Vorteile gegenüber dem Dampfbetriebe bietet oder in naher Zukunft bieten wird.

Zu diesen Umstellungen gehören, mehr oder weniger ausgesprochen, die meisten Umstellungen, die von Staatseisenbahnen durchgeführt wurden und noch werden, auch die der großen französischen Eisenbahngesellschaften. Der Nutzen, der den betreffenden Eisenbahnen als Unternehmungen erwachsen soll, ist der wesentliche und unbedingt nicht zu verfehlende, jedenfalls in naher Zukunft zu erreichende Zweck, den die betreffenden Verwaltungen verfolgen, aber nicht der einzige verfolgte Zweck. Es werden volkswirtschaftliche, verkehrspolitische und handelspolitische Zwecke verfolgt, deren Erreichung vorteilhaft sein kann, in den Rechnungsabschlüssen der betreffenden Eisenbahnen jedoch nicht notwendigerweise ebenfalls vorteilhaft oder überhaupt zum Vorschein kommen muß. Diese Umstellungen dürfen vielleicht als national bezeichnet werden. Im Lande herrschte und besteht eine starke Meinung zugunsten fortschreitender Umstellung. Die Verwirklichung war daher in der Regel nicht schwierig.

Es wäre ein großer Irrtum, die Umstellungen der Unterklasse B c III) als im allgemeinen wenig vorteilhaft für die betreffenden Eisenbahnen anzusehen. Deren Verwaltungen verstanden es durchweg, die Pläne so zu gestalten und durchzuführen, daß Linien, deren Umstellung betriebswirtschaftlich nicht begründet werden konnte, bis auf weiteres den Dampfbetrieb behalten.

Die Umstellungen der Unterklasse B c III) braucht man oft, wenn sich die Eisenbahnen der Welt dem allgemeinen elektrischen Betrieb wirklich nähern sollen; die Gesamtheit der durchgeführten und in der Durchführung begriffenen Umstellungen, die nach der am Anfang gegebenen Erklärung Umstellungen im Sinne des zu behandelnden Gegenstandes sind, decken erst einen sehr kleinen Teil der Eisenbahnen der Welt.

Es soll bemerkt werden, daß bei weitem nicht alle nennenswerten Umstellungen erwähnt wurden. Unter den Beispielen fehlen solche, die zu den bedeutendsten gehören. Der Grund ist einfach der, daß bei sehr vielen Umstellungen die Einrechnung in eine der Klassen nur mit umständlichen Vorbehalten möglich gewesen wäre. Die Schnelligkeit, mit der weitere Umstellungen erfolgen werden, wird wesentlich bestimmt sein durch die weitere Entwicklung der wirtschaftlichen Lage der Eisenbahnen als Unternehmungen und das Maß, nach dem andre Tätigkeitsgebiete die Geldmärkte beanspruchen.

Zu Umstellungen, die in die Klasse B b) und B c II) einzureihen, also keine wirtschaftlichen Wagnisse wären, gäbe es bei verschiedenen Eisenbahnen Gelegenheit. Mancher vom Vorortverkehr bedrängte Bahnhof, manche Linie mit großem Verkehr und vielen starken Steigungen, der Erhöhung der Leistungsfähigkeit bedürftig, wartet auf die Umstellung, von der meist schon geredet worden ist.

Die Eisenbahn-Fachleute wissen längst, daß elektrischer Betrieb um so vorteilhafter als Dampfbetrieb sein kann, je dichter der Verkehr, je teurer die Kohle, je billiger die elektrische Energie, je höher der Arbeitslohn, je stärker und zahlreicher die Steigungen, je geringer der Zinsfuß des Kapitals sind. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge genügt keiner Verwaltung, die die Verantwortung einer Umstellung übernehmen soll. Die ersten vier Zusammenhänge deuten auf die Möglichkeit, daß sich die Lage des

elektrischen Betriebes gegenüber dem Dampfbetrieb mit der Zeit bessere; aber sie alle sind verhältnismäßig unbestimmt und begründen in jedem Falle, wo eine bestimmte Umstellung ins Auge gefaßt werden soll, lediglich die Fragen danach, ob der Verkehr dicht genug, die Steigungen stark und zahlreich genug, die Kohle nicht zu billig, die elektrische Energie nicht zu teuer, die Lohnersparnisse groß genug und das erforderliche Kapital nicht zu hoch verzinslich seien.

Dieser allgemeine Bericht kann in folgenden Sätzen zusammengefaßt werden:

1. Die Umstellung der Eisenbahnen auf elektrische Zugförderung ist eine technisch für alle Fälle befriedigend und im wesentlichen abschließend gelöste Aufgabe.
2. Die elektrischen Betriebe haben sich technisch überall bewährt; sie stehen in der Gunst der Bahnbeamten, der Reisenden und der Anwohner.
3. Es gibt Fälle, in denen der elektrische Betrieb der einzige mögliche ist, technisch und wirtschaftlich.
4. Die Voraussetzungen zum wirtschaftlichen Erf Umstellung scheinen nur gegeben zu sein bei bahnen mit dichtem Verkehr, vielen und starke gungen, um so mehr, je billiger die elektrische gie und je teurer die Kohle und die menschliche
5. Vom wirtschaftlichen Erfolg der Umstellung d so eher etwas geopfert werden, je dringender seitigung der Rauchplage ist.
6. Vom wirtschaftlichen Erfolg wird im Falle von eisenbahnen noch mehr geopfert, je mehr n wirtschaftlicher Nutzen durch die Umstellung u elektrischen Betrieb gestiftet wird; in jedem Fälle wird jedoch die betriebswirtschaftliche serung wenigstens in naher Zukunft als Haup von den Privatbahnen als einziger Zweck verf
7. Es gibt keine festen und leicht anzuwendende stäbe für die Feststellung, ob Eisenbahnen zu stellung reif sind. [N

Berlin W. Wechm

Vorgänge beim reinen Rollen elastischer Reibungsräder[1])

Im Innern zweier einander berührender fester elastischer Körper gelten nach H. Hertz[2]) die Grundgleichungen der Elastizität. Am Rand ist zwischen einer freien Oberfläche, in der die Spannungen null sind, und einer beiden Körpern bei der Berührung gemeinsamen Berührungsfläche (Druckfläche) zu unterscheiden, für die Hertz folgende Randbedingungen benutzte: Die Oberflächengestalt muß sich so ändern, daß die Berührung in einer Fläche stattfindet (geometrische Bedingung); die in der Berührungsfläche übertragene Normalkraft ist gegeben (Gleichgewichtsbedingung); die Tangentialspannungen in der Berührungsfläche sind null (willkürliche Bedingung).

Fordert man, daß eine gegebene Tangentialkraft übertragen wird, so steht die Tangentialspannung t als Reibungsspannung mit der Normalspannung p und der Gleitgeschwindigkeit v_g an der betreffenden Stelle durch ein Reibungsgesetz in Beziehung (physikalische Bedingung). Die Aufgabe wird aber erst eindeutig, wenn weitere Angaben den Bewegungszustand bestimmen. Sie wurde für das Rollen unendlich langer Zylinder unter gleichbleibender Normalkraft auf Grund des Hookeschen Elastizitätsgesetzes und des Coulombschen Reibungsgesetzes bei Vernachlässigung von Massenkräften in Angriff genommen. Die Berührungsfläche kann dann in ein Haftgebiet und in ein Gleitgebiet zerfallen (reines Rollen).

Beim Rollen weicht die Winkelgeschwindigkeit des getriebenen Zylinders von dem Wert ab, der bei gleitungsfreiem Rollen von starren Zylindern einträte. Der Schlupf s kann an jeder Stelle der Berührungsfläche in einen Formänderungsschlupf s_ε und einen Gleitschlupf s_g zerlegt werden ($s = s_\varepsilon + s_g$). s_ε ist nahezu gleich dem Unterschied der Oberflächendehnungen in Richtung der Bewegung, s_g ist proportional v_g. Im Haftgebiet ist daher $s_g = 0$, also $s_\varepsilon = s =$ konst., im Gleitgebiet ist $t = \pm \mu_0 p$ für $s_g \gtrless 0$, wenn μ_0 die Gleitreibungszahl ist.

Mit diesen Randbedingungen können die beiden allgemeinen Integralgleichungen des Problems aufgestellt werden, für die bei gleicher Elastizitätszahl der beiden Scheiben eine Lösung angegeben werden kann. Die Rechnung ergibt u. a.:

1. Die Hertzsche Theorie der reibungsfreien Berührung gilt ebenso genau auch bei Vorhandensein von Reibung für die Größe der Berührungsfläche und die Verteilung der Druckspannungen in ihr.
2. Die Berührungsfläche ist im allgemeinen nicht symmetrisch zur Ebene der beiden Zylinderachsen. Ihre Mitte ist um ein sehr kleines Stück nach der Ablaufseite oder Auflaufseite hin verschoben, je nachdem der treibende oder der getriebene Zylinder den größeren Halbmesser hat. Die Reibungsspannungen beeinflussen ferner etwas die Gestalt der Berührungsfläche; insbesondere ist die Fläche in der Drehrichtung des getriebenen Zylinders gedreht, so daß der Eindruck in den treibenden Zylinder an der Auflaufseite tiefer als an der Ablaufseite ist.
3. Das Haftgebiet liegt an der Auflaufseite, das gebiet an der Ablaufseite. Die Grenze dazwische dert von der Ablaufseite zur Auflaufseite, we gleichbleibender Normalkraft N die Umfangsk von null zum Höchstwert $T_{\max} = \mu_0 N$ steigt.
4. Die Beanspruchung wird durch die Reibung sta größert; bei mittleren Umfangskräften kann die Schubspannung leicht das 2½fache, die größt spannung sogar das 30fache der ohne Reibun tenden Werte annehmen. Die größte Beanspr tritt bei gegebener Anordnung und Normalkraf immer zugleich mit der größten möglichen Um kraft auf.
5. Der relative Energieverlust V ist nicht immer n Schlupf gleichwertig wie bei starren Körpern
6. Die Rechnung liefert für den Schlupf nur et 0,3fache der von Jahn und Sachs[3]) durch V gefundenen Werte. Die berechneten Schlupflinie fangskraft abhängig vom Schlupf) stimmen a ihrer Gestalt und auch in ihrer Abhängigkeit v Versuchsbedingungen (Normalkraft, Halbmess Scheiben) recht gut mit den Ergebnissen der V überein.
7. Die Linien zeigen bei Annäherung an die größ fangskraft ein rascheres als proportionales Anw des Schlupfes und erinnern dadurch an den bek Verlauf der Spannung in Abhängigkeit von de nung beim Erreichen der Fließgrenze oder an Linien der Gleitreibung, abhängig von der geschwindigkeit. Als ein wesentliches Ergebn Rechnung ist hervorzuheben, daß die Gesta Schlupflinien mit dem Hookeschen Elastizität und dem Coulombschen Reibungsgesetz verein also nicht eine Annahme notwendig macht, d Schlupf mit bleibenden Formänderungen verbun oder die Reibungszahl der Gleitreibung von de geschwindigkeit abhängt.
8. Die im allgemeinen verwickelte Rechnung lief hartelastische Stoffe wie Metalle (zulässige Sp klein gegenüber der Schubzahl G) einfache un sichtliche Formeln. Für den verhältnismäßigen gieverlust und den Schlupf bei reinem Rollen man

$$V = s = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \mu_0 \, b_0 \left(1 - \sqrt{1 - \nu}\right),$$

worin

$$b_0 = \sqrt{\frac{m-1}{m\,G} \, \frac{4}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \, \frac{N}{\pi l}}$$

die nach der Hertzschen Theorie zu berechnend Breite der Berührungsfläche, $\nu = \dfrac{T}{\mu_0 N}$ der „Nu wert“ ($0 \leq \nu \leq 1$), R_1, R_2 die Halbmesser un Länge der Zylinder und m die Poissonsche Ko sind. [N

---

[1]) H. Fromm, Berechnung des Schlupfes beim Rollen deformierbarer Scheiben, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mechan. Bd. 7 (1927) S. 27.

[2]) Über die Berührung fester elastischer Körper, Ges. Werke Bd. I, Leipzig 1895, S. 155, oder Journ. f. reine u. angew. Mathem. Bd. 92 (1881) S. 156.

[3]) J. Jahn, Die Beziehungen zwischen Rad und Sch sichtlich des Kräftespiels und der Bewegungsverhältnisse, (1918) S. 145; G. Sachs, Versuche über die Reibung feste an zylindrischen Reibungstrieben. Z. angew. Math. u. Mec (1924) S. 14.

R U N D S C H A U

Aus dem Ausland

Abb. 1. Verladebrücke von Heyl & Patterson, Pittsburgh, mit 165 m Spannweite und 220 m Länge der gesamten Katzfahrbahn

Förderanlagen

wendung und Leistungsfähigkeit amerikanischer Krananlagen

e Entwicklung und die Anwendung der Krananlagen den Vereinigten Staaten von Amerika in mehrfacher ıng andre Wege gegangen als in Deutschland. Ein- Hebezeuge, die zuerst in Amerika gebaut wurden, nach Deutschland verpflanzt, große Verbreitung ge- , während andre in Deutschland entwickelte Kran- ;en sich in den Vereinigten Staaten nur einer sehr inkten Beliebtheit erfreuen. Es spielen bei dieser iberstellung auch verschiedene Fragen wirtschaft- und fördertechnischer Natur mit, die zu beiden Seiten lantischen Ozeans grundsätzlich verschieden sind. ıtsprechende Betrachtung gilt beim Vergleich der von anen erzielten Förderleistungen.

Bauarten

r den Stückgutumschlag ist im Hafenbetriebe der in ıtschen Häfen so verbreitete Drehkran fast gar nicht len und selbst an den Kaischuppen der großen lantischen Dampferlinien wird man vergeblich ılagen suchen können. Die Umschlagarbeit ist :h dem besonders leistungsfähig ausgebildeten legeschirr und den Ladebäumen überlassen[1]). ereinzelten Drehkrane an den Kaianlagen der ahngesellschaften sind vielfach als Säulenkrane ebildet, wobei Portal oder Halbportal in Gitter- ıktion ausgeführt werden.

gegen gibt es für den Massengutumschlag sehr che und leistungsfähige Verladeanlagen bis zu ößten Abmessungen. Besonders Verladebrücken n sich großer Beliebtheit, sie sind bis zu 165 m veite gebaut worden, Abb. 1. Einzelne dieser n tragen außerdem Förderbänder, wodurch die ıg gesteigert werden kann. Greiferdrehkrane ı Gegensatz zu Deutschland nur selten zu sehen. ne in Deutschland nicht ausgeführte Sonder- bilden die unter dem Namen Huletts bekann- hr kräftig gebauten Erzumschlaganlagen[2]), die n der Firma Wellmann-Seaver-Morgan, Cleveland hergestellt werden und sich ausschließlich in ifen der Großen Seen befinden. Die Tragkraft vielfach beschriebenen Anlagen beträgt etwa 12 t.

ne andre, in Deutschland kaum angewandte t sind die Auslegerturmkrane, die häufig un- ar an die Gebäude angebaut werden. Diese sind in der Regel für Massengutumschlag be- und daher mit Greifer ausgerüstet, sie haben kürzeren, wagrechten Ausleger. Wegen der erreichten Förderleistungen erhalten diese Krane au neuer Kraftwerke vielfach den Vorzug. Die „Richmond Station" im Hafen von Philadelphia, eines der größten Kraftwerke der Welt, das nach vollständigem Ausbau 720 000 kW leisten wird, hat zwei doppelte Verladetürme von je rd. 650 t/h.

Eine andre in Amerika sehr beliebte Krangattung, die in Deutschland kaum zu finden ist, sind die Derricks[2a]) Sämtliche Bauunternehmer bedienen sich dieser Krane zum Bau von Hochhäusern und sonstigen Bauzwecken; auch in Steinbruch- und Hafenbetrieben kann man sie antreffen, wobei sie mitunter auch mit Einseilgreifern ausgestattet sind. Mit der Tragkraft geht man bis etwa 10 t, jedoch gibt es vereinzelt Krane bis zu 20 t Tragkraft.

Lokomotivkrane wendet man für die verschiedensten Förderzwecke an, und zwar bis zu 20 t mittlerer Tragkraft. In Sonderfällen sind jedoch derartige Krane mit 50 und 100 t, in einem Falle sogar 200 t[3]), ausgeführt worden. Diese Schwerlastkrane werden vielfach zu Hilfeleistungen bei größeren Eisenbahnunfällen herangeholt. Zur Erweiterung des Arbeitsbereiches ist man auch mit der Ausladung sehr weit gegangen.

[1]) Dr.-Ing. F. Foerster: „Nordamerikanische Seehafentechnik" ɔdruck aus „Werft-Reederei-Hafen", Berlin 1926, Julius (. [2]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1208.

[2a]) Wippkrane. [3]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1307.

Abb. 2. Raupenkran bei der Aufstellung von Portalkranen

Abb. 3
400 t-Laufkran im Arsenal zu Washington

Die schnellen und leicht beweglichen Kraftwagenkrane werden von den Unternehmern für mannigfache Umladezwecke des Baubetriebes bevorzugt, und zwar in gleicher Weise für Stückgüter wie für Massengüter. In diesem Falle wird im allgemeinen an den Lasthaken der Einseilgreifer angehängt, der sehr häufig im Betriebe zu beobachten ist.

Weit verbreitet sind auch die Drehkrane mit Raupenkettenantrieb, Abb. 2, die in der Regel auch als Löffelbagger arbeiten können. Eine der wichtigsten Anwendungsgebiete ist der Straßenbau, wo diese Krane, zu Tausenden über das Land verteilt, arbeiten. Die Tragkraft bleibt durchgängig unter 5 t.

Die amerikanischen Laufkrane weisen verschiedene bauliche Eigentümlichkeiten auf, die z. T. in den hohen Löhnen begründet sind. So wendet man für die Kranbühne fast ausschließlich die Blechträgerkonstruktion an, sehr selten die Gitterwerkskonstruktion. Diese ergibt zwar ein geringeres Gewicht, erfordert aber mehr Aufwand an Arbeitslohn, weswegen diese Bauart vermieden wird. Auch bei der Lagerung der Laufräder und andrer mechanischer Teile kommt dieser Gesichtspunkt zum Ausdruck, ebenso wendet man für die Fahrgestelle Stahlgußquerträger an, da die Arbeiten für Anpassen und Zusammenbau verringert werden[4]). Mehrere in den Geschützwerkstätten der Kriegsmarine in Washington arbeitende Laufkrane haben 400 t Tragkraft, Abb. 3.

[4]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1139.

Auf den Schiffswerften herrschen die auch in D
land üblichen Turmdrehkrane vor. Eigentümliche A
dieser Bauarten sind bei älteren Anlagen anzutreffe
zwar Turmkrane mit aufgesetzten Wippauslegern. Zu
bringen der schweren Ausrüstungsstücke in die Sch
nutzt man wie in den größeren deutschen Hafen
Hammerkrane. Der größte Kran dieser Gattu
350 t Tragkraft ist auf dem Gelände des Marinearsen
Philadelphia aufgestellt, Abb. 4.

Die Kabelkrane, die vor mehr als 30 Jah
erst in den Vereinigten Staaten von Amerika für vie
Zwecke gebaut worden sind, werden heute eigentli
noch im Baubetriebe (für Brücken, Talsperren un
becken), sowie für Steinbruchbetriebe benutzt. F
Kohlenumschlag, für Schiffsentladung und ähnliche
ist man vom Kabelkran abgekommen, und man finde
nur noch ganz wenige Greiferkabelkrane im Betrieb
werden Verladebrücken bevorzugt.

Förderleistungen

Die Förderleistungen der für den Massengutur
gebauten Krane und Verladebrücken sind bei gleiche
kraft meist höher als in Deutschland. Dies liegt
größeren Fördergeschwindigkeiten und an der sehr g
ten Handhabung der Steuerorgane durch den Kra
Bei den Auslegerturmkranen sind bei 30 m Hubhöhe
180 Förderspiele in 1 h normal. Die größte bei de
Kranen vorkommende Hubgeschwindigkeit beträ

Abb. 4
350 t-Hammerkran der Kriegsmarine Philadelphia

nin. Die Kohlenumschlaganlagen des Richmond-
erkes leisten mit zwei Greifern von je 1½ t Kohle
gsvermögen, wie schon erwähnt, 650 t/h.
r die in der Hauptsache zur Stückgutverladung be-
Kranarten treten die Leistungsunterschiede gegen-
n deutschen Verladeanlagen nicht so stark in die Er-
ng.
e Huletts erreichen bemerkenswerte Leistungsziffern,
der Umschlag eines etwa 12 000 t fassenden Erz-
rs im Durchschnitt in 3 bis 5 h bewältigt werden
wenn mehrere Vorrichtungen benutzt werden.
i den Lauf- und Derrickkranen sowie den
en mit Raupenketten liegen die erzielten Lei-
n im Durchschnitt nicht viel höher als bei den deut-
Erzeugnissen. Die vereinzelten Greiferkabelkrane
stündlich über 50 Förderspiele bei etwa 200 m
recke. Das sind Zahlen, die in Deutschland auch
nnähernd verwirklicht worden sind. [M 542]
den Dr.-Ing. W. Franke

Werkstoffe

er Mangan, seine Erzeugung und Verwendung

f der letzten Jahresversammlung des „Iron and Steel
te" wurde von Hadfield [1]) in einem Vortrag das
Stahlherstellung wichtige Zusatzmetall Mangan be-
t. Unter besonderer Berücksichtigung englischer
tnisse wird in zusammenfassender Weise eine Über-
gegeben über Vorkommen, Erzeugung und Verwen-
dieses Metalls. Welche Bedeutung dem Mangan zu-
en ist, geht daraus hervor, daß der jährliche Welt-
uch an diesem Metall seit seiner um das Jahr 1839
en Einführung in die Stahldarstellung auf 500 000
000 t gestiegen ist.
diegen kommt Mangan wegen seiner großen Ver-
schaft zum Sauerstoff nirgends vor, dagegen sind die
chen Erze, die für die Verhüttung am wichtigsten
iberaus weit verbreitet. Stets kommt Mangan in
lnder Zusammensetzung in Begleitung von Eisen vor.
genaue Einteilung der einzelnen Erzsorten läßt sich
vornehmen, da sowohl Erze gefunden werden mit
Mangangehalt und geringen Eisenmengen, wie auch
n Abstufungen bis herunter zu geringen Mangan-
ohen Eisengehalten. Pyrolusit und Psilomelan ge-
zu den wichtigsten Manganerzen, die das Mangan in
rm des Braunsteins (MnO_2) enthalten; nächst diesen
Manganit (Mn_2O_3) zu erwähnen, der mit zu den be-
dsten Manganmineralien zählt.
e wichtigsten Handelssorten kommen aus Süd- und
lindien, von der Goldküste, aus Georgien und Bra-
Zahlentafel 1 veranschaulicht die Förderung der
en Länder an hochhaltigen Manganerzen, zahlen-
in 1000 t ausgedrückt, während der letzten Jahre.

Zahlentafel 1

Manganförderung in 1000 t

	1921	1922	1923	1924	1925
. . . .	679	474	695	803	710
ste	7	66	140	233	339
d	28	193	237	492	513
en	271	335	232	157	307
aaten	14	13	33	57	76
Länder	200	300	350	500	500
mt	1199	1381	1687	2242	2445

doch erheben diese Zahlen keinen Anspruch auf un-
te Zuverlässigkeit, da aus den amtlichen Statistiken
mmer klar hervorgeht, um welche Sorten von Erzen
handelt. Weitere Erzlagerstätten finden sich in Süd-
tafrika, Kanada, Australien, Sibirien sowie am Ural
rdkaukasus. Reichere Erze in geringer Menge wer-
Spanien, Italien und Schweden gefunden, und gering-
Erze in Frankreich, Belgien, Deutschland, Griechen-
nd der Türkei. Auf den Britischen Inseln wurden zu
dieses Jahrhunderts 23 000 t jährlich gefördert,
ist die Erzeugung im Laufe der Jahre erheblich ge-
, um erst, durch die Bedürfnisse des Krieges angeregt,
re 1918 wieder eine Höhe von 17 465 t zu erreichen.
genüber steht ein Verbrauch an Manganerzen von
t.
e in den Vereinigten Staaten vorkommenden Erze
eistens geringer im Mangangehalt und auch gering
dehnung. Hier stehen sich gegenüber im Jahre 1925
brauch von über 850 000 t, während im Lande selbst
000 t hochwertiges und 267 000 t geringwertiges Erz
gefördert wurden. Bemerkenswert ist deshalb die große
Aufmerksamkeit, die Amerika den Manganvorkommen in
Südafrika widmet, erhebliche Geldsummen sind hier schon
zum Ausbau der Bahnen zur Verfügung gestellt und be-
deutende Verträge sind zwecks Ausbeutung der Lagerstätten
zwischen amerikanischen und südafrikanischen Gesellschaf-
ten abgeschlossen worden.

Nächst dem Eisen ist das Mangan das wichtigste Metall,
da es zur Stahlherstellung unentbehrlich geworden ist, und
nach Schätzung der zur Verfügung stehenden Erzvorkom-
men könnte sich bei dem dauernd steigenden Verbrauch in
einer nicht allzu fernen Zukunft ein fühlbarer Mangel be-
merkbar machen. Eigenartiges Spiel der Natur ist es, daß
die Hauptbezirke der Manganvorkommen weit entfernt von
den wichtigsten Eisenerzbezirken liegen, nur Indien ist das
einzige Land, das gleichzeitig ein reiches Manganvorkommen
und eine größere Eisenindustrie hat. Der weitaus größte
Teil der geförderten Manganerze wird zu den Ferrolegierun-
gen verhüttet, eine beträchtliche Menge wird dem Möller
manganarmer Erze zugegeben, um das Eisen an Mangan
anzureichern. Große Mengen von Braunstein werden zur
Herstellung der verschiedenen Arten von elektrischen Batte-
rien verbraucht. Allein 35 000 t Manganerz werden zu die-
sem Zwecke in den Vereinigten Staaten verarbeitet. Weiter-
hin wird Braunstein noch als Oxydations- und Entfärbungs-
mittel in der Glasherstellung benutzt.

Die wertvolle metallurgische Eigenschaft des Mangans
beruht auf seiner desoxydierenden und entschwefelnden
Wirkung. Durch seine große Verwandtschaft zum Sauer-
stoff bewirkt Mangan in überfrischten Eisenbädern eine
rasche Umwandlung des Eisenoxyduls zu Manganoxydul,
das so gut wie unlöslich ist und sich deshalb aus dem Bad
ausscheidet. Die Entschwefelung erfolgt zum Teil auch durch
die auf größerer Verwandtschaft beruhende Ausscheidung
von Mangansulfid in der Schlacke. Anderseits soll das im
Metall zurückbleibende, rundlich ausgebildete Mangansulfid
nicht in dem Maße den inneren Zusammenhang stören, wie
das an den Korngrenzen in zusammenhängender Schicht
ausgebildete Eisensulfid. Weiterhin macht Mangan den
Stahl weniger empfindlich gegen Überhitzung und in höhe-
ren Gehalten unmagnetisch.

Die Darstellung des reinen Metalls gelang erst ver-
hältnismäßig spät, da Mangan infolge seiner großen Ver-
wandtschaft zu Sauerstoff und seiner leichten Aufnahme-
fähigkeit von Fremdbestandteilen, wie vor allem Kohlen-
stoff, sich nur schwer rein darstellen läßt. Das ursprüng-
lich angewandte hohe Erhitzen mit Holzkohle ergab selbst
bei mehrfachem Umschmelzen mit neuem Oxyd stets kohlen-
haltiges unreines Metall. Auch das auf aluminothermischem
Wege hergestellte Mangan ist noch stark, hauptsächlich
durch Aluminium und Silizium, verunreinigt.

Der beste Weg der reinen Darstellung ist die Elektro-
lyse des Chlorürs in gesättigter Lösung. Ein weiterer
neuer Weg ist die Destillation von aluminothermischem
Mangan in hoher Luftleere in einem Hochfrequenzofen. Das
so erhaltene Metall enthält nur Spuren von Silizium und
Aluminium. Auch die Elektrolyse von Mangansalzlösungen
und das Niederschlagen des Metalls als Amalgam an einer
Quecksilberkathode führt zu fast reinem Mangan, wenn das
Quecksilber nachher im Wasserstoffstrom erhitzt und ver-
flüchtigt wird und man das erhaltene Manganpulver eben-
falls im Wasserstoffstrom einschmilzt. Diese Verfahren sind
mehr oder weniger laboratoriumsmäßige Darstellungsarten,
die für die Praxis nicht in Frage kommen. Die Dichte des
so erhaltenen Metalles schwankt je nach dem Reinheitsgrad
zwischen 7,0 und 8,013, der Schmelzpunkt liegt nach Heraeus
bei 1245 °.

Die handelsüblichen Sorten von Eisen-Mangan-Legie-
rungen sind Ferromangan mit ungefähr 80 vH Mangan und
6 bis 7 vH Kohlenstoff, Spiegeleisen mit 5 bis 20 vH Man-
gan und 4 bis 5 vH Kohlenstoff und Siliko-Spiegel mit 15
bis 20 vH Mangan, 10 vH Silizium und weniger als 5 vH
Kohlenstoff. (Dazu kommen noch die Siliko-Mangane mit
ungefähr 60 bis 70 vH Mangan, der Rest ist Silizium.) Die
zuerst dargestellte Eisen-Mangan-Legierung war das Spie-
geleisen, das in Deutschland im Siegerländer Bezirk in
Hochöfen auch heute noch erschmolzen wird. Der Name
Spiegel, der übrigens unmittelbar als Fremdwort in die
französische und englische Sprache übernommen wurde,
rührt von der grobkristallinen spiegelnden Bruchfläche
dieser Legierung her. Der große Nachteil des Spiegeleisens
bestand einmal in dem geringen Mangangehalt und dann
in dem hohen Kohlenstoffgehalt, der es besonders für das
damals in England aufkommende Bessemer-Verfahren un-
tauglich machte.

Frühzeitig gingen deshalb die Bestrebungen dahin, eine
Manganlegierung herzustellen mit möglichst hohem Man-
gangehalt und möglichst wenig Kohlenstoff. Die verschie-

[1]) Iron and Coal Trades Review Bd. 114 (1927) S. 813, 853, 886.

densten Verfahren traten miteinander in Wettbewerb. Es gelang bald, bei Verwendung sehr reicher Erze und heißer Ofenführung Ferromangan mit dem hohen Gehalt von 80 bis 85 vH Mn im Hochofen zu erzeugen. Jedoch ist eine so erschmolzene Legierung niemals kohlenstoffrei zu erhalten und außerdem enthält sie aus dem Erz herrührende andre Verunreinigungen, besonders Phosphor. Bei sehr guter Ofenführung rechnet man 2 t Koks auf 1 t Ferromangan, der Abbrand wird auf durchschnittlich 30 vH geschätzt. Ein älteres, heute nicht mehr ausgeführtes Verfahren ist das Henderson-Verfahren, das 1865 aufkam. Im Siemens-Flammofen wurde eine Mischung von Mangankarbonat und Eisenoxyd bei Gegenwart von überschüssiger Kohle reduziert. Anfänglich konnte die so erschmolzene Ferrolegierung mit dem Spiegeleisen in Wettbewerb treten, später mußte das Verfahren wegen Unwirtschaftlichkeit aufgegeben werden. Aus denselben Gründen ist man auch schon frühzeitig von der Darstellung von Manganlegierungen im Tiegelofen, die Prieger in Bonn einführte, abgekommen.

Heute stehen in Wettbewerb nur noch zwei Verfahren: die Darstellung im Hochofen und im elektrischen Ofen. Im Elektroofen erschmolzenes Ferromangan ist von besonderer Reinheit und vor allem sehr niedrig im Kohlenstoffgehalt. Der Preis hängt von den Stromkosten ab, auch ist der Abbrand durch die hohe Temperatur sehr hoch. Doch wird es überall dort bevorzugt werden, wo es auf eine sehr reine Legierung ankommt. In allen anderen Fällen wird das im Hochofen erschmolzene Ferromangan verwendet. Siliko-Mangane dagegen werden ausschließlich im Elektroofen dargestellt. [N 753]

Berlin-Charlottenburg Dipl.-Ing. H. Kraemer

Forschungswesen

Technisch-wissenschaftliche Forschungen der staatlichen physikalischen Forschungsanstalt in England im Jahre 1926

Der Bericht des „National Physical Laboratory" in Teddington bei London über die wissenschaftlichen Arbeiten im Jahre 1926 bringt wieder eine Fülle bemerkenswerter Mitteilungen, die dem wissenschaftlich-tätigen Ingenieur in Deutschland zeigen, wie viele der ihn zur Zeit beschäftigenden Probleme auch in England in Angriff genommen und erfolgreich vorangebracht worden sind. Insbesondere sind die Berichte über Arbeiten auf dem Gebiete der Meßkunde und der Elektrizität sehr reichhaltig. Den vom Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure in den letzten Jahren geförderten Arbeiten über Schalltechnik, über Wärmebewegung in Kraftmaschinen, über Bearbeitung von Metallen, über Ermüdungsfestigkeit und einigen anderen Arbeiten entsprechen Versuche des englischen Institutes, über die hier kurz berichtet werden soll.

Schallforschung. Für die Durchführung eingehender Messungen wurden zwei größere Kellerräume zweckentsprechend ausgebaut, Abb. 5.

Es wurden die bereits im Vorjahre eingeleiteten Versuche über Durchgang und Rückwurf von Schall an Wänden fortgesetzt. Verschiedene Baustoffe für Wände wurden in der Weise untersucht, daß entsprechend hergerichtete Platten in die Öffnung der Mauer zwischen zwei schalldichten Prüfräumen eingefügt wurden. In dem einen Raum befand sich ein elektrischer Lautsprecher als Schallquelle, der im Brennpunkt eines parabolischen Spiegels schräg zur Versuchswand aufgestellt war. Während man früher zur Messung des Schalles die Rayleighsche Platte benutzte, verwendet man neuerdings ein Mikrophon. Dies hat den Vorteil, daß der Körper des Beobachters das Schallfeld nicht stört. Bei der Untersuchung von schallisolierenden Belagstoffen zeigte sich die bemerkenswerte Tatsache, daß das Schallsenden von der Anwesenheit eines solchen Belagstoffes vor der Öffnung des Lautsprechers praktisch nicht beeinflußt wird, z. B. durch den Schallrückwurf an Wänden in der Nähe der Schallquelle. Die Auskleidung der Wände des Versuchsraumes mit schallabsorbierenden Stoffen hat also ihre Aufgabe voll erfüllt. Verschiedene Belegstoffe, z. B. Filz, wurden insbesondere auf Schalldurchlässigkeit untersucht. Die Filztafeln waren 15 mm dick und wurden in einfacher, zweifacher, dreifacher und vierfacher Lage geprüft. Die Schwingungszahl der benutzten Schallwellen wechselte zwischen 250 und 1600 in der Sekunde. Die Ergebnisse stimmen im allgemeinen mit denen von Sabine darin überein, daß die Schalldurchlässigkeit in Übereinstimmung mit der Plattendicke abnimmt, und zwar bei hohen Schwingungszahlen schneller als bei niedrigen.

Es gibt verschiedene Verfahren zur Klärung der akustischen Eigenschaften von Räumen durch Modellversuche. Das erste besteht im Photographieren von Luftstörungen im Modell. Man ruft diese Störungen durch Auslösen elektrischen Funkens hervor, der wie eine Schal wirkt, und läßt einige Tausendstelsekunden später zweiten Funken folgen, bei dessen Licht man Schatt nahmen der Luftstörungen machen kann. Bei dem z Verfahren werden die Modellteile in einen seichten W behälter gelegt. Im Innern des Modells wird durch Kolben ein kurzer Wellenzug erzeugt, der von den dungen genau wie ein Schallwellenzug zurückge wird. Das Fortschreiten des Wellenzuges läßt sich m Auge verfolgen. Im Laufe des Berichtjahres hat ma in Teddington die Handhabung dieses Tankwellenverf vervollkommnet; man projiziert das Bild der Well einen durchscheinenden Schirm und photographier hinten in üblicher Weise. Mit Hilfe eines Lauffilms man leicht die günstigsten Beobachtungswerte fest

Wegen der Ähnlichkeit zwischen diesen Wasser und akustischen Wellen erscheint es bei dünnflüssige teln zulässig, für kleine harmonische Störungen die flächenwellen an Stelle der zylindrischen Schallwel betrachten. Hat die Flüssigkeit eine größere Tiefe a halbe Wellenlänge, so ist die Höhe der Oberflächenwe Maß für die entsprechende Luftverdichtung. Unte zicht auf mathematisch strenge Ähnlichkeit hat man boratorium an Stelle gleichförmiger Wellenzüge Stöß wandt; man hält die Übereinstimmung der Verhältni diesen Wasserwellen und Schallwellen für genügend

Abb. 5 Schallmeßraum

a Dreifachtür
b Schallquelle
c Paraboloidspiegel
d Schirm
e Prüffläche
f_1, f_2 } Schallaufnehme
g Dämpfungsbelag

In das Gebiet der Schallforschung gehören au Messungen der Erschütterungen des Erdbodens dur überfahrende Züge, die das Institut angestellt hat. die Untersuchungen geeignete Platz war ein Grun das die Bahnlinie berührte, gleichzeitig aber sowe Bahnhof entfernt war, daß die Züge ihre volle Gesch keit erreicht hatten. Die Schwingungen des Bodens an verschiedenen Stellen längs der Strecke rechtwin dieser gemessen. Sowohl die Geschwindigkeit als wicht der Züge waren in weitem Bereich veränderli einen sicheren Anhalt für die Änderung der Schwi weiten mit dem Abstand von dem Gleis und von schwindigkeit des Zuges zu erhalten, waren seh Messungen notwendig.

Wärmeforschung. In einem früheren Beri bereits gesagt worden, daß der Zeitpunkt des „Kl bei der Explosion von Gemischen aus Luft und fl Öl erst gegen Ende der „Explosionszeit" lieg kurz bevor der Höchstdruck bei ungestörter Verbrenn reicht ist. Durch diese Erkenntnis wurde die Aufmerk bei Versuchen mit Verbrennungsmotoren insbesond Temperatur und Druck der bei Eintritt des „Klopfen nicht verbrannten Gemischteile hingelenkt. Man ka Druck dieser Restbestände unmittelbar aus dem Dru Schaubild bestimmen und einen ungefähren Wert Temperatur aus der Annahme berechnen, daß di bestände mit fortschreitender Entflammung adiabati dichtet worden sind ($\varkappa = 1{,}35$). Beschränkt man der Untersuchung auf übliche Brennstoffgemische leum, Pentan, Hexan, Heptan) und setzt voraus, „Detonation" auf die plötzliche Entflammung der brannten Restbestände zurückzuführen ist, so hat di nung das beachtenswerte Ergebnis, daß die Tempera bestimmende Faktor ist und daß der Druck gar kei höchstens eine ganz geringe Rolle spielt.

)ie Temperaturen bei adiabatischer Verdichtung zu Be-
des Klopfens betragen bei verschiedenen Brennstoffen
gleicher Anfangsdichte für

Pentan	486 °C
Heptan	446 °C
Hexan	470 °C
Benzin	480 °C.

man $\varkappa = 1{,}33$ statt $\varkappa = 1{,}35$ ein, so sind diese
, um rd. 14 ° zu verringern. Da die Abkühlung un-
ksichtigt blieb, sind das nur Vergleichswerte; außer-
bedürfen die Angaben über Pentan und Heptan noch
Bestätigung.

Jm die Wirkung eines Zusatzes auf die Detonation des
rennstoffgemisches zu untersuchen, wurde dem Brenn-
1 vH Nickelkarbonyl beigemischt. Als Brennstoffe
en gewählt:

ein reiches Luft-Benzol-Gemisch mit der Anfangstempe-
ratur a) 100 °C und b) 50 °C und dem Anfangsdruck
a) 6,79 at und b) 5,76 at;
ein reiches Luft-Benzin-Gemisch mit der Anfangstem-
peratur 186 ° und dem Anfangsdruck 8,08 at;
ein übliches Luft-Petroleum-Gemisch mit der Anfangs-
temperatur 186 °C und dem Anfangsdruck 8,1 at.

Versuche ergaben keine Verminderung des Klopfens im
lossenen Gefäß durch den Zusatz von Nickelkarbonyl.
; in dem Ausnahmefall der Explosion von Luft-Heptan
oher Temperatur war die Stärke des Klopfens nur
; verringert, während der Druck beim Klopfstoß etwas
t schien. Da zwischen der Verdampfung des behan-
Brennstoffes und der Entflammung des Luft-Brenn-
Gemisches einige Minuten verstrichen, so ist es wahr-
lich, daß das Nickelkarbonyl sich bei der höheren An-
temperatur zersetzt hatte, ehe die Ladung entflammt ist.

)ie im letzten Jahresbericht bereits erwähnten Versuche
lessung des Wärmeverlustes an Dampfrohrleitungen
en beendet. Das Versuchsrohr war rd. 6 m lang, hatte
Dmr. und wurde zur Überwindung der Schwierig-
in der Temperaturverteilung durch einen zentralen
itheizstab für 20 kW elektrisch geheizt. Die Endver-
wurden durch kalorimetrische Messungen an den Enden
eitung erfaßt. Die Oberflächentemperatur wurde an
ellen gemessen. Die Messungen erstreckten sich über
Temperaturbereich bis zu 300 ° aufwärts. Diese
e war durch die verfügbare Wärmequelle gezogen.
die Ergebnisse wurde gesondert berichtet.

Werkstofforschung. Die Härte von Stahlarten
mit Diamantkegeln planmäßig erforscht. Vom weich-
bis zu dem härtesten Stahl wurden in Proben von
ahlsorten Diamantkegel mit 78 °, 90 °, 105 °, 120 °
42 ° Spitzenwinkel eingedrückt, wobei jedesmal ver-
ene Belastungen aufgebracht werden. Es zeigte sich,
as Ergebnis des Versuchs, ausgedrückt in der Form

$$\frac{\text{Belastung}}{r^2 \pi},$$

von der Belastung, sondern von dem Kegelwinkel ab-
In früheren Versuchen mit Stahlkegeln verschiede-
pitzenwinkels war eine Berichtigungsformel aufgestellt
n, um die Reibung zu berücksichtigen und damit eine
instimmung der Werte bei verschiedenen Kegelwin-
zu erhalten. Die Formel lautet:

$$\text{Berichtigte Härte} = \frac{\text{Belastung}}{r^2 \pi (1 + \mu \cot \varphi)}$$

2 r = Durchmesser des Eindruckloches,
μ = Reibungsbeiwert,
2 φ = Kegelspitzenwinkel ist.

it $\mu = 0{,}1$ ergab die Formel gleiche Härtewerte bei
ndung von Diamantkegeln mit 78 °, 90 °, 105 ° und
auf einem Sonderstahl von mehr als 300 Brinelleinhei-
ärte. Außer mit Kegeln wurden auch mit Pyramiden
iamant Härtemessungen angestellt.

n allgemeinen hat die Untersuchung gezeigt, daß
ntkegel für zuverlässige Messungen bei harten Werk-
brauchbar sind, und daß bei Berücksichtigung des
ngsbeiwertes auch für weichere Werkstoffe ein Ver-
mit den Werten des Kugeldruck- und des Kegeldruck-
hes möglich ist. Am brauchbarsten ist ein Diamant-
von 120 ° Spitzenwinkel, besonders bei Stahlsorten
en den Brinellhärten 300 und 440. Bei noch härteren
n sind Diamantkegel zuverlässiger als Stahlkugeln,
liese sich abplatten. Selbst an sehr harten Stählen
Diamantkegel noch Eindruckspuren, die leicht meßbar
d

In Verbindung mit anderen Forschungsstellen wurden die Ermüdungserscheinungen an Einkristallen von Aluminium untersucht, besonders unter Zuhilfenahme von Röntgenstrahlen. Die Einkristalle werden auf wechselnde Verdrehung bis zum Bruch beansprucht und hierbei die Beziehung zwischen Ermüdungsfestigkeit und Scherfestigkeit entlang bestimmter Linien ermittelt. Das Problem bietet für den Forscher mehrere günstige Versuchseigenschaften. Es wurde festgestellt, daß der Probekörper als Ganzes bei Beanspruchungen kurz unter der Ermüdungsgrenze noch nicht merklich verformt ist, wenn auch die örtlichen Verletzungen zur Ausbildung eines Bruches ausreichen würden. Die Verhältnisse sind hierbei besser vergleichbar mit denen eines einzelnen Kristalles in einem Haufwerk als bei einfacher Belastung.

Verdrehungsversuche wurden weiter mit verschiedenen Stahlsorten für Blattfedern angestellt, darunter Chrom-Vanadiumstahl und Chrom-Nickelstahl. Bei einer Zugfestigkeit des Werkstoffes von 157 kg/mm² wurde durch entsprechende Warmbehandlung der Probekörper eine Ermüdungsfestigkeit in Verdrehungsversuchen zwischen ± 70 und ± 79 kg/mm² erreicht. Federstahlplatten wurden ohne vorherige Bearbeitung auf Biegungsdauerfestigkeit untersucht. Die Festigkeitswerte lagen niedriger als bei gehobelten und polierten Platten. Die beim Walzen und bei der Wärmebehandlung eintretenden Oberflächenverletzungen bewirken also eine dauernde Herabsetzung der Ermüdungsbiegefestigkeit.

Dauerversuche auf der Grundlage eines zehnmillionenfachen Lastwechsels wurden mit weichen und harten Stahlsorten vorgenommen. Man stellte hierbei die Ermüdungsgrenze für schwingende Belastung, für schwellende Belastung und für hohe, einfache Belastung fest. Die Ermüdungsfestigkeit war bei allen Werkstoffen für schwellende Belastung nur wenig niedriger als für schwingende Belastung; bei gehärteten Stählen lag die Dauerfestigkeit für schwingende Belastung etwa 25 bis 35 vH unter den Werten der statischen Belastung.

Einen breiten Raum in den Untersuchungen nahm die Klärung der Ursache für das Auftreten spröder Stellen bei der Benutzung schmiedeiserner Ketten ein. Glieder einer neuen Kette wurden wiederholt statisch überbeansprucht und zwischendurch sowie am Ende des Versuches bei rd. 650 °C geglüht; sie zeigten feine Risse. Diese Risse traten nicht ein, wenn die Kette als Ganzes stoßweise beansprucht wurde. Die wahre Ursache ist noch unbekannt. Zur Beseitigung von Kaltreckungsspannungen ist jedoch nach wie vor das Ausglühen geeignet. Die Überbeanspruchung der Kette durch heftige Stöße machte sich in einer fortschreitenden Zerstörung der Schweißstellen bemerkbar. Die im Betriebe der Kette auftretenden zahlreichen kleinen Stöße haben eine oberflächliche Härtung der Glieder zur Folge. Diese örtliche Härtung geht in den meisten Fällen nur bis in geringe Tiefe, sie setzt aber die Dehnung an diesen Stellen wesentlich herab und ist die Ursache der meisten Kettenbrüche. Man soll daher ein Hämmern der Glieder, häufiges heftiges Aufschlagen auf den Boden oder auf das Kettenrad vermeiden. Die dünne brüchige Schale spannt sich bei der Biegung des Gliedes zunächst elastisch und bricht dann. Der Riß setzt sich beim Erreichen des darunterliegenden dehnbaren Werkstoffes fort und ruft einen Bruch hervor, der ganz das Aussehen wie bei einem spröden Werkstoff hat. Solche Brüche wurden ebenfalls an neuen, im Laboratorium leicht gehämmerten Ketten und Kettengliedern beobachtet.

Getriebeforschung. 1925 war der Vorschlag gemacht worden, den Einfluß der verschiedenen Arten von Fehlern an den Zähnen der Getriebe auf die Leistung und Abnutzung zu klären. Man wollte die zulässigen Fehlergrenzen bestimmen und damit die zulässigen Zahnbelastungen genauer als bisher festlegen. Man hat zu diesem Zweck besondere Getriebe mit absichtlich angebrachten Fehlern der Zähne hergestellt, und zwar Teilungsfehlern, Fehlern im Durchmesser des Grundkreises, der Exzentrizität und Zahnformfehler. Der Teilungsfehler des ersten jetzt in Versuch genommenen Getriebesatzes beträgt bei den beiden Ritzeln (37 Zähne) 0,04 mm auf vier Zähne und bei den beiden Rädern (38 Zähne) weniger als 0,004 mm. Dieses Getriebe machte bei 1500 Uml./min bisher insgesamt 15 Millionen Umdrehungen; die Zahnbelastung betrug 70 kg/cm², entsprechend rd. 54 PS. Der Wirkungsgrad war zu Anfang 99,2 vH, gegen Ende 99,5 vH. Die Zähne werden vor dem weiteren Lauf zunächst sorgfältig gemessen.

Über den Einfluß von Fehlern des Fräswerkzeuges auf die Zähne wurde eine eingehende theoretische Untersuchung angestellt. [M 582]

Berlin Dr. Adrian

Kleine Mitteilungen

Die schnellaufende Ölmaschine

Auf Grund von Erfahrungen der Bessemer Gas Engine Co. mit kompressorlosen Dieselmotoren für 720 bis 900 Uml./min behandelt H. F. Shepherd die Anforderungen an Motoren für noch höhere Drehzahlen. Die Einspritzzeit braucht man, wenn überhaupt, nur wenig zu verändern, da die stärkere Luftwirbelung alle Schwierigkeiten der Zündung beseitigt. Dagegen müsse man mit höchsten Zylinderdrücken von rd. 52,5 at rechnen, ähnlich wie bei den neuesten Flugmotoren. Besonders wichtig sei die Verminderung des Gewichtes der Triebwerkteile, das, bezogen auf 1 cm² Kolbenfläche, bei 800 Uml./min nicht mehr als 0,415 kg betragen soll. Das ließe sich erreichen, wenn man Leichtmetall für Kolben und Pleuelstangen verwendet. Allerdings seien die wissenschaftlichen Grundlagen für die Bemessung solcher Teile noch nicht ganz vollständig. Bei den Kurbelwellen könne man durch Wahl steifer, leichter Bauart der Gefahr von Drehschwingungen begegnen. Die Lager könnten Belastungen bis zu 122,5 kg/cm² aushalten, ohne daß die Öltemperatur im Dauerbetriebe rd. 60 °C übersteigt. Sehr vorteilhaft sei es auch, die Steuerwelle durch Gelenkketten anzutreiben. Hohe Anforderungen stelle endlich der Schnellauf an die Werkstatt. Hier müßten alle Verfahren zur Anwendung kommen, namentlich das Schleifen der Zylinder, die aus der Kraftwagenherstellung bekannt sind. („Mechanical Engineering“ September 1927 S. 991/94*) [N 831 a] H.

Selbsttätige Feuerungsregelung im Port Morris-Kraftwerk

Im Port Morris-Kraftwerk der New York Central Railroad, das die elektrische Energie für ihre Eisenbahnen in einem Umkreise von rd. 92 km um die Stadt New York liefert, treten infolge der sehr wechselnden Verkehrsverhältnisse im Laufe eines Tages erhebliche Belastungsschwankungen auf; die abgegebene Leistung beträgt im Mittel 48 000 kW, im Höchstfalle 60 000 kW, sinkt aber oft sehr schnell auf 18 000 kW und weniger. Um die infolge der schnellen und starken Belastungsschwankungen hohen Verluste und die bisweilen auftretenden Betriebstörungen zu vermeiden, hat man selbsttätige Feuerungsregler der Hagan Corp. eingebaut, die sich u. a. schon im Crawford-Kraftwerk, Chikago, seit Jahren gut bewährt haben[1]). Die Hauptregler sind vom Dampfdruck abhängig und wirken mittels mechanischer Übertragung (Stangen und Hebel) auf die Abgasschieber ein. Die bisher erzielten Betriebsergebnisse im Port Morris-Kraftwerk sind sehr befriedigend. Es wurden wesentliche Brennstoffersparnisse erzielt, und die höchste, bei den stärksten Belastungsschwankungen auftretende Dampfdruckschwankung beträgt 0,35 at. („Engineering“ 9. September 1927 S. 325) [N 831 b] Pt.

Maschine zur Herstellung großer Spiralkegelräder

Die Firma Gleason baut neuerdings ihre Maschine zur Herstellung von Spiralkegelrädern[2]) auch in einer größeren Ausführung, so daß Kegelräder mit höchstens 1520 mm Dmr. geschnitten werden können. Der Spiralwinkel der Zähne kann zwischen 0° und 30° verändert werden; die Zähnezahlen können zwischen 12 und 180 liegen, ausgenommen sind die Primzahlen über 100. Ein unmittelbar gekuppelter Motor von 10 PS bei gleichbleibender Geschwindigkeit treibt die Maschine an. („The Iron Age“ 1. September 1927 S. 549) [N 831 d] Pa.

Asbestbeförderung mittels Drahtseilbahn

Auf der Insel Zypern befördert eine Drahtseilbahn von rd. 29,4 km Länge Asbest vom Bergwerk hinab zum Hafen. Der Höhenunterschied der Endpunkte beträgt 1266 m. Die Wagen sind auf der Talfahrt mit je 270 kg belastet, auf der Rückfahrt nehmen sie Sand, Zement, Lebensmittel u. a. mit. Insgesamt fahren 262 Wagen mit 2,75 m/s Geschwindigkeit, dabei werden 12 t/h Asbest zum Hafen befördert. Die Wagen haben eine flache Schale zur Aufnahme der Last.

Die ganze Strecke hat je neun Tragseile für Berg- und Talfahrt, die durch acht Verankerungs- und Spanngerüste derart miteinander verbunden sind, daß jeweils ein G zum Abspannen des nach unten und zum Verankern nach oben führenden Seiles dient. Zum Abspanne nutzt man Gegengewichte aus Eisenbeton. Die Tra für die Talfahrt haben 24 mm Dmr., die für die Berg 22 mm Dmr. Das Zugseil hat 14 mm Dmr. und besteh 42 Adern. Zum Antrieb der Anlage sind 165 PS erf lich. („Le Génie Civil“ 10. September 1927 S. 253*) [N 831 c]

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 858.
[2]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 918.

Emaillieranlage einer amerikanisch Herdfabrik

Die Detroit-Michigan Stove Co., durch den Zusan schluß dreier älterer Herdfabriken entstanden, ha Detroit eine neue Herdfabrik mit einer Leistungsfäh von 850 Herden täglich errichtet. Die Anlage u 16 Gebäude, die außer der Gießerei und der Emailli sämtlich vier Stockwerke hoch sind. Auf die Ema anlage ist besonderer Wert gelegt; gutes Aussehen, F festigkeit und Hitzebeständigkeit der Emailleüberzüge Grundlagen, auf denen zum großen Teil die Verkaufs keit der Herde beruht.

Die Grundierung wird den zu emaillierenden durch Tauchen gegeben; die beiden weißen Decküb werden aufgespritzt; zwei große Tauchbottiche und zw Spritzständer mit Druckluftanschluß sind vorhanden. Brennen dienen gasgefeuerte Öfen, die nach Art von M öfen aus Ziegeln gebaut sind. Besonders wichtig i selbsttätige Temperaturüberwachung. Das Brennen bei 755 bis 865 °C vorgenommen und erfordert jeweils 5 min. Ersparnisse sind auf die kurze, gleichmäßige dauer und die Brennstoffersparnis, die durch richtige Luft-Mischung erzielt wird, zurückzuführen. Die tätige Temperaturüberwachung verhindert Ausschuß. Iron Age“ 1. September 1927 S. 531) [N 831 e]

Aufstockung eines Hauses ohne Beseitigung des alten Traggerüst

Ein New Yorker Bureaugebäude, das vor einige um sechs Stockwerke aufgestockt wurde, bestand urs lich aus zwölf Stockwerken; sein Dach war über den dungen 52,5 m hoch. Der aufgestockte Teil steht au stelzenartigen Säulen, je vier an der rechten und Querseite. Die Säulen sind oben durch schwere Trag parallel zur Straßenfront verbunden, die 15,1 m Span haben und die Last des aufgestockten Bauteiles aufne

Auf der einen Querseite konnte man die neuen S unmittelbar an die bestehenden alten anlehnen, a andern Seite wurden sie möglichst nahe an die Stützen gestellt und mit diesen durch besondere Abst gen verbunden. Zur Aufnahme der größeren Wind wurde die Tragkonstruktion des dritten Stockwerkes Tragbänder verstärkt. Die dicht an den bestehenden Stützen angebauten Säulen mußten, da sie unmittelba den alten Gründungen standen, durch eine besondere hängekonstruktion gegen die neuen Gründungen abg werden. („Engineering News-Record“ 1. Septembe S. 356*) [N 831 f]

Der Rohölbedarf des britischen Rei

Im britischen Reich wurden 1926 rd. 11 Mill. t verbraucht, und zwar Großbritannien 5,8 Mill. t, I 2,45 Mill. t, Australien 0,57 Mill. t, Südafrika 0,13 Neu-Seeland 0,18 Mill. t und die übrigen Kolonien men 1,8 Mill. t. Von den 11 Mill. t wurden 3 Mil britischen Reich gewonnen, während der Rest, d. h. 8 aus Persien, den Vereinigten Staaten von Amerik andern Ländern eingeführt wurde. Die Einfuh könnte u. a. dadurch gedeckt werden, daß man in E aus Pechkohlen, Kohlenschiefer, Ölschiefer und Brau in Kanada aus Ölschiefer, Kohlenschiefer und teerh Sanden flüssige Brennstoffe herstellt. Ein Fünftel darfs von Kanada könnte aus den Ölfeldern bei gedeckt werden. In einem Teile der andern Kolonie ten ähnliche Vorkommen ausgenutzt werden. Nac bau der hierfür notwendigen Anlagen könnte m noch erforderliche Einfuhrmenge aus Persien bezieh rd. 5 Mill. t gewonnen werden. („The Iron and Coal Review“ 2. September 1927 S. 334) [N 805 a]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfs-nschaften. 3. Aufl. Herausgeg. von E. Frey. l.: Element bis Hebel. Berlin und Leipzig 1927, che Verlagsanstalt Stuttgart. 843 S. m. Abb. 45 ℳ.

3. Band dieses bekannten Nachschlagewerkes mit chwörtern von Element bis Hebel gibt trotz der Einschränkung des Gesamtumfangs in gedrängter ung gute Erläuterungen der einzelnen Fachaus-Die Erklärungen sind im allgemeinen dem heutigen der Technik gemäß ergänzt worden; die Vollständig-Handbuches wird sich im Gebrauch erweisen.

r wesentlichen Erleichterung des Nachschlagens wäre kmäßig gewesen, die weggelassenen Stichwörter mit ens einer Hinweiszeile beizubehalten. Der Raum könnte durch Zusammenfassung an andern Stellen en werden. Wenn z. B. „Gefechtsmast" unter chiff" besprochen wird, sind schon gleich die bei-bildungen bei „Gefechtsmast" überflüssig. den Festigkeitsprüfmaschinen fehlen Angaben und ngen von Maschinen für die neueren Kerbschlag-uerprüfverfahren. Zu empfehlen wäre noch, an Stelle elephon" „Fernsprecher" als Stichwort zu wählen es über die Funktechnik unter Funkwesen statt unter " zu bringen. Bei den Großabsperrorganen ist der bsperrschieber für Wasserkraftanlagen nicht erwähnt. se Bemerkungen sind lediglich als Anregung für ichste Auflage gedacht und sollen kein Werturteil eses Handbuch darstellen, das wohl keiner besonderen lung bedarf. [E 777] Ls.

-Wärmeverwertung. Von Robert Kratochwil. ifl. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 695 S. 31 Abb. Preis 40 ℳ.

e zweite Auflage ist gegenüber der 1924 erschienenen umgearbeitet und wesentlich erweitert worden. Es e Absicht des Verfassers, bei der dauernd zunehmen-deutung der Elektrowärme für zahlreiche Gebiete der k und Industrie eine möglichst umfassende und voll-e Darstellung zu geben und auch die vielen Grenz-in Wirtschaft und Technik, in denen sich der Einfluß ektrowärmeverwertung kenntlich macht, zu behan-Nach einem allgemeinen Teile folgt ein Abschnitt über aftliche Fragen, worin vor allem die Tarifbildung verschiedenen Ländern behandelt wird, dann in neun die Anwendungsmöglichkeiten der Elektrowärme in lt, Industrie und Landwirtschaft. Hier werden das sche Kochen und Backen im Haushalt, Klein- und trieb, die Warmwasserbereitung, die elektrischen ascher und die Elektrokühlschränke, die elektrische eizung und der Elektro-Dampfkessel besprochen. Der usführliche Abschnitt „Wärmeverwertung in der In-" behandelt die Formentrocknung in Gießereien, das sche Nieten und Schweißen, ferner die verschiedenen schen Öfen (Schmelzöfen, Glühöfen, Trockenöfen). n werden noch zahlreiche andre Anwendungsmöglich-für verschiedene Industrien und für die Landwirt-besprochen. Pt.

llende Geometrie für Maschineningenieure. Von el Großmann. Berlin 1927, Julius Springer. S. m. 260 Abb. Preis 16,50 ℳ.

ir die Formgebung im Maschinenbau ist die Entwick-er räumlichen Vorstellung durch die darstellende Geo-nicht zu entbehren. Das Buch ist aus dem Unter-hervorgegangen, den der Verfasser seit 20 Jahren aschinen-Ingenieuren an der Technischen Hochschule ich geboten hat. In den ersten vier Abschnitten sind rschiedenen zur Anwendung kommenden Projektions-ausführlich dargelegt. Das nächste Kapitel handelt n Kurven und führt allmählich zu den Flächen über. d die Darstellung der Kreiszylinder und Kreiskegel-, graphischer und topographischer Flächen, sowie lgemeinen Kegelflächen und Rotationsflächen be-en. Der Abschnitt über das Rotationshyperboloid lie Behandlung der Regelflächen ein. In einem be-en Abschnitt ist die Konstruktion der Propellerzeich-dargelegt, dem sich die Abschnitte über Schrauben-und Schraubenflächen anschließen. Daß die Beispiele Möglichkeit dem Gebiet des Maschinenbaues ent-n sind, ist besonders zu begrüßen.

Der Verfasser hat in diesem gut aufgemachten Buch in seiner klaren Darstellungsweise eine knappe, abgerundete Zusammenfassung des Wesentlichen gegeben, die vielen willkommen sein wird. [E 778] Ls.

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und K. Scheel. 11. Bd.: Anwendung der Thermodynamik. Red. von F. Henning. Berlin 1926, Julius Springer. 454 S. m. 198 Abb. Preis 37,20 ℳ.

Der vorliegende Schlußband des Abschnittes „Wärme" bildet einen in sich abgeschlossenen Teil des nunmehr immer vollständiger werdenden Handbuches der Physik. Sein Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte: Thermodynamik der Erzeugung des elektrischen Stromes (bearbeitet von W. Jaeger), Wärmeleitung (M. Jakob), Thermodynamik der Atmosphäre (A. Wegener), Hygrometrie (M. Robitzsch), Thermodynamik der Gestirne (E. Freundlich), Thermodynamik des Lebensprozesses (O. Meyerhof), Erzeugung tiefer Temperaturen und Gasverflüssigung (W. Meißner), Erzeugung hoher Temperaturen (C. Müller), Wärmeumsatz bei Maschinen (K. Neumann). Schon diese Inhaltangabe und die Namen der Verfasser der einzelnen Abschnitte lassen die vorwiegend technisch-physikalische Einstellung dieses Teiles des Handbuches erkennen. Beim Lesen findet man dies in vollem Maße bestätigt; die harmonische Verteilung von Theorie und Praxis ist dabei in den meisten Abschnitten gewahrt.

Der begrenzte Raum verbietet es, Einzelheiten anzuführen. Es sei nur kurz auf die Abschnitte über Wärmeleitung, Erzeugung hoher und tiefer Temperaturen und über den Wärmeumsatz in Maschinen hingewiesen. Sie bilden gewissermaßen die Grundlage für die technische Verwertung der Wärme und vermitteln einen lückenlosen Überblick über dieses Wissensgebiet. Durch gedrängte und straffe Darstellung wurde es ermöglicht, den umfangreichen Stoff auf sehr beschränktem Raum in musterhafter Weise unterzubringen. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, die neueren Erfahrungen und Versuchsergebnisse aufzunehmen (neueste Thomson-Joule-Versuche, Verflüssigung von Wasserstoff und Helium, neuere Erfahrungen in der Hochtemperaturtechnik usw.). Auch die übrigen Beiträge enthalten die Versuchsergebnisse und wichtigen theoretischen Überlegungen kritisch gesichtet und in vorbildlicher Weise dargestellt. [E 553] Dr.-Ing. Reiher

Fluglehre. Vorträge über Theorie und Berechnung der Flugzeuge. Von Richard von Mises. 3. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 321 S. m. 192 Abb. Preis 13,50 ℳ.

Die Volkstümlichkeit der Fliegerei hat es mit sich gebracht, daß über dieses Gebiet eine unverhältnismäßig umfangreiche Literatur entstanden ist. Bei einer genaueren Betrachtung ist jedoch leider festzustellen, daß die Zahl der wirklich wertvollen Veröffentlichungen außerordentlich gering ist. Unter diesen steht das Büchlein von v. Mises etwa an erster Stelle, da es trotz der Absicht einer volkstümlichen Aufklärung auch dem Fachmann Wertvolles bietet.

Es ist erfreulich, festzustellen, welch eingehende Durcharbeitung der Verfasser jeder neuen Auflage in Rücksicht auf den technischen Fortschritt wieder zuteil werden läßt. Man hat den Eindruck, daß der Verfasser, der doch auf anderen Gebieten bedeutenden Ruf genießt, der Flugtechnik mit besonderer Wärme noch heute anhängt und eben vielleicht gerade deswegen, weil er nicht mitten in dieser Technik darin steht, ein berufener Interpret für deren Entwicklung ist.

Auch gibt ihm diese neutrale Stellung die Möglichkeit einer unbefangenen Auswahl seiner Beispiele. Besonders hervorgehoben zu werden verdienen die ausgezeichneten Abbildungen, die nach den Skizzen des Verfassers hergestellt wurden und die klaren Ausführungen aufs vortrefflichste ergänzen. Die wenigen, zwischengeschobenen Formeln und Gleichungen tun der Volkstümlichkeit der Betrachtung keinen Abbruch, da auch ohne ihre Durcharbeitung die wichtigsten Aufgaben und Beziehungen der Flugtechnik zu klarer Darstellung gelangen.

[E 757] Dr.-Ing. H. G. Bader

Gefesselte Flammen. Von Karl Maurer. Stuttgart 1926. Dieck & Co. 80 S. m. 38 Abb. u. 1 Bild. Preis 2,50 ℳ.

Eine kleine Schrift, die in allgemeinverständlicher Weise die Erscheinungsformen und Wirkungsweise der Flamme, des Lichtes und der Wärme in der neuzeitlichen Technik dem Verständnis des Laien näherbringen will.

Die fünf Abschnitte sind benannt: Flamme, Wärme, Energie; die Flamme als Chemiker; leuchtende Flamme; die Flamme als Werkzeug; die Flamme im Käfig. Die Ausführungen sind durch eine Reihe von Abbildungen unterstützt. [E 780] Ls.

Abhandlungen aus dem Aerodynamischen Institut an der Technischen Hochschule Aachen. 7. H. Berlin 1927, Julius Springer. 62 S. m. 49 Abb. Preis 7,50 ℳ.

v. Kármán, Über die Grundlagen der Balkentheorie. — Seewald, Die Spannungen und Formänderungen von Balken mit rechteckigem Querschnitt. — Kober, Stegbeanspruchung hoher Biegungsträger. — Knein, Zur Theorie des Druckversuchs.

Die Geologie im Ingenieur-Baufach. Von Walter Kranz. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 425 S. m. 53 Abb. u. 7 Taf. Preis 34 ℳ.

Die Entwicklung der Kriegsgeologie und ihre Bedeutung für die allgemeine angewandte Geologie. — Die Bedeutung der Entwicklung der Kriegsgeologie für die allgemeine angewandte Geologie. — Technisch wichtige Mineralien und Gesteine. — Tabelle technisch wichtiger Eruptivgesteine, kristalliner Schiefer und umgewandelter Gesteine, vulkanischer Tuffe usw. — Betondruckproben in Verbindung mit geologisch-petrographischen Untersuchungen. — Geologie und Wasser im Baufach. — Geologie und Baugrunduntersuchung.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern. 5. Bd. 3. H. Berlin 1927, Julius Springer. 225 S. m. zahlr. Abb. Preis 21 ℳ.

U. a. Schwachstromstörungen beim Schalten von Gleichstrombahnen. — Die Asynchronmaschine in Verbindung mit fremderregter Drehstrom-Erregermaschine. — Die Aufladung von Nichtleitern durch hochgespann... ter. — Metall-Einkristalle. — Kritische Betrachtu... den verschiedenen Transformatorschutzsystemen. — die Beeinflussung von Wandströmen in Quecksilbe... entladungen. — Zur Frage der Blaubrüchigkeit des ... und seiner Anomalien bei der plastischen Beanspr...

The British Steam Railway Locomotive 1825 bis 19... E. L. Ahrons. London 1927, The Loc... Publishing Co., Ltd. 391 S. m. 473 Abb. Prei...

Die ästhetische Gestaltung des Seeschiffes. Vo... Franz. Berlin 1927, R. C. Schmidt & Co. ... m. 32 Abb. Preis 4 ℳ.

Siedlung und Stadtplanung im Osten. Von O. K... pel. Berlin 1927, Guido Hackebeil. 43 S. m. ... Preis 1,50 ℳ.

Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Natur... und Ärzte. 89. Versammlung zu Düsseldorf vom ... 25. September 1926. Herausg. „Die Naturwissensc... Berlin 1926, Julius Springer. 72 S. m. Abb. Pr...

Jahrbuch der deutschen Steinkohlen-, Braunkohlen... und Erzindustrie, 1927. Herausgeg. unter Mitw... des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins ... Halle a. d. S. 18. Jahrg. Bearb. von H. Hirz... a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. Rd. 550 S. Prei...

Geschichte der Hamburg-Amerika-Linie. 2. T.: ... Ballin. Von Kurt Himer. Hamburg 1927, Ha... Amerika-Linie. 128 S. m. Abb. Im Buchhande... erhältlich.

Der Bauratgeber. Handbuch für das gesamte Baug... Von Leopold Herzka. 8. Aufl. von Junk: Wien... ratgeber. Wien 1927, Julius Springer. 780 S. m. 7... Preis 38,50 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen

In Z. Bd. 71 (1927) S. 1059 beschreibt V. Fischer die Gewinnung von reinem Stickstoff durch Rektifikation von flüssiger Luft unter Druck nach einem als neu bezeichneten Verfahren. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, daß das Verfahren nichts weniger als neu ist, sondern von uns seit nahezu 20 Jahren für die Gewinnung von Stickstoff angewandt worden ist; eine größere Anzahl von Anlagen, die genau nach der beschriebenen Arbeitsweise arbeiten, sind von uns im Laufe der Jahre ausgeführt worden. Eine Veröffentlichung hierüber findet sich u. a. in der zum 3. Internationalen Kältekongreß in Chikago 1903 von uns herausgegebenen Schrift „Technik der tiefen Temperaturen" S. 45. Die Arbeitsweise zeichnet sich durch Einfachheit aus, gewährt jedoch nur eine ungenügende Ausbeute. Es ist nämlich die Menge der Waschflüssigkeit, die zur Auswaschung des Sauerstoffs zur Verfügung steht, gegeben durch die Menge der sauerstoffreichen Flüssigkeit, die am unteren Ende der Säule entnommen und auf den Kondensator (*f* in Abb. 8 S. 1061 des Aufsatzes von Fischer) aufgegeben wird. Je besser die Ausbeute, desto kleiner ist die Menge dieses Sauerstoffs und damit die Menge der Waschflüssigkeit; die Grenze, bei welcher diese Menge zu klein wird, um eine genügende Reinigung des Stickstoffs zu bewirken, liegt bei etwa ½ m³ Stickstoff für 1 m³ verarbeitete Luft. Aus diesem Grunde ist die Anwendbarkeit d... fahrens auf Stickstoffanlagen von kleinster Leist... schränkt.

Gesellschaft für Linde's Eismaschine...

Entgegnung

Die zitierte Stelle ist mir entgangen, da sich ... Literatur, abgesehen von den bekannten Doppe... Apparaten, nur die Stickstoffanlagen mit Vakuu... oder mit Stickstoffkompressor vorfinden. Auch ... S. 45, der herangezogenen „Technik der tiefen Temper... stellt eine Stickstoffanlage mit Vakuumpumpe dar.

Es steht jedoch auf Grund der erwähnten Ve... lichung fest, daß Stickstoffanlagen, die dem von ... schriebenen Verfahren entsprechen, zuerst von der ... schaft für Linde's Eismaschinen gebaut wurden. ... Ausführung dürften Unterschiede bestehen, da ich fa... ständige Reinheit des Stickstoffes durch Steigeru... Erzeugungsdruckes, über 3 bis 4 at hinaus auf 10 b... erreiche, was betriebstechnisch wegen der besseren S... fähigkeit des Stickstoffes oder dessen motorische... nutzung vorteilhaft ist. Das sonst über die Sticks... beute Gesagte stimmt auch mit meinen Ergebnissen ...

[D 719] V. Fis...

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 1. OKTOBER 1927 NR. 40

Haushalt-Kältemaschinen

Von R. Plank, Karlsruhe

Anforderungen an die kleinsten Kältemaschinen für Haushaltungszwecke — Kompressions- und Absorptionsmaschinen — Besondere Merkmale der Kompressionsanlagen — Wahl der Kälteträger, Bauarten von Kompressoren, Kondensatoren und Verdampfern Besondere Merkmale der Absorptionsanlagen: nasse und trockene Absorptionsmaschinen, Adsorptionsmaschinen, Ausführungsformen von unterbrochen und fortlaufend arbeitenden Absorptionsmaschinen.

eben den Großkältemaschinen, deren Leistungen heute bis zu mehreren Millionen Kalorien in der Stunde reichen, haben sich in den letzten Jahr-.en auch die Kleinkältemaschinen entwickelt, deren ungen etwa zwischen 500 und 10 000 kcal/h liegen, lie im Lebensmittel-Kleingewerbe in steigendem Maße 'endung finden (Schlächtereien, Molkereien, Kondito-., Bierhandlungen, Hotels u. a.). Sie werden fast aus-eßlich nach dem Kompressionsverfahren gebaut und en sich ursprünglich weitgehend an die klassischen ıen des Baues von Großkältemaschinen an. Allmählich ickelten sich aber auch selbständige Bauarten, die besonderen Anforderungen der Kleinbetriebe in bezug hohe Betriebsicherheit, Einfachheit der Bedienung, ıschlosen Gang, geringen Platzbedarf und niedrige haffungskosten besser entsprachen.

)ie kleinsten Kältemaschinen, die in den Haushaltun-die bisher verwendeten Eisschränke ersetzen sollen, eine Schöpfung der letzten Jahre; es handelt sich um Leistungen von 50 bis rd. 500 kcal/h und um die üllung folgender Forderungen:

Weitgehende Betriebsicherheit und geringe Abnutzung
Jnbedingte Unfallsicherheit
Einfache Bedienung
Erzeugung dauernd gleichmäßiger Temperatur im Kühlschrank
Geräuschloser Gang
Geringer Platzbedarf
Niedrige Anschaffungskosten.

Neben diesen Forderungen tritt die Wirtschaftlichkeit s zurück, doch gibt es auch da Grenzen, die nicht schritten werden dürfen. Wenn es auch bisher noch : gelungen ist, alle diese Forderungen zu erfüllen, so doch so wertvolle und eigenartige Bauarten auf dem xt erschienen, daß eine kritische Übersicht über die andenen Maschinen geboten erscheint. An der Spitze er Entwicklung marschieren die Vereinigten Staaten Amerika, das einzige Land, in dem ein bedeutender atz für Haushaltmaschinen (einige 100 000 im) erzielt wird. Einige führende amerikanische Fa-en, z. B. die Delco-Light Co. (General Motors))ayton, Ohio, und die Kelvinator Corpora-ı (Electrical Refrigeration Corporation) in Detroit, igan, haben neuerdings auch in Europa eine geschäft- Tätigkeit entwickelt, die möglicherweise dazu bei-en wird, die Vorzüge der maschinellen Kühlung nüber der Eiskühlung auch unseren Haushaltungen Augen zu führen. Bisher haben die sehr zahlreichen eimischen Fabriken keine nennenswerten geschäft-n Erfolge auf diesem Gebiet erzielt. Die Entwick- in Amerika, der wir z. B. im Automobilwesen schon olgen beginnen, berechtigt zur Annahme, daß auch ıns in wenigen Jahren ein maschineller Kühlschrank en Haushaltungen ebenso geläufig werden wird, wie e eine Zentralheizung oder ein Gasbadeofen.

Heute ist der maschinelle Schrank noch ein Luxusgegenstand, der in Anschaffung und manchmal auch im Betrieb teurer als der Eisschrank ist. Nur Absorptions-Kältemaschinen, die mit Leuchtgas oder mit flüssigen Brennstoffen beheizt werden, sind im Betriebe besonders billig; bei elektrischem Betrieb dagegen sind die Kompressionsmaschinen unbedingt im Vorteil.

Für mittlere Haushaltungen genügt ein Kühlschrank von 0,15 bis 0,2 m^3 Nutzinhalt. Der gesamte Kältebedarf beträgt dann je nach der Güte der Isolierung 800 bis 1200 kcal in 24 Stunden, entsprechend der Schmelzwärme von 10 bis 15 kg Eis. Davon entfallen auf die Nutzkälteleistung etwa 500 kcal. Die Temperatur im Schrank soll auf etwa + 5 °C erhalten werden; eine wichtige Forderung, die nicht immer beachtet wird, ist die sorgfältige Isolierung des Schrankes.

Kompressions- und Absorptions-Kältemaschinen

Betriebsicherheit. Beim Kompressions-Verfahren haben wir es immer mit Maschinen zu tun. Die bewegten Teile des Kompressors nutzen sich im Laufe der Zeit auch bei sorgfältiger Schmierung ab, und die Notwendigkeit der Schmierung bedeutet an sich schon eine Umständlichkeit. Das in die Druckleitung und weiter in den Kondensator und Verdampfer mitgerissene Öl muß in den Sammelbehälter im Kurbelkasten zurückgeführt werden.

Die empfindlichsten Teile sind die Ventile und die Stopfbüchse. Die Saugventile ersetzt man gelegentlich durch Schlitze im Zylinder, die entweder vom Kolben oder durch die schwingende Bewegung des Zylinders gesteuert werden. Im übrigen werden leichte Platten- oder Tellerventile benutzt, bei denen durch Schmutzteilchen oder durch Bruch Störungen eintreten können. Die Stopfbüchse hat allerdings nur eine umlaufende Kurbelwelle abzudichten, da die meisten Kleinkältekompressoren einfachwirkende stehende oder Drehkolbenmaschinen sind. Trotzdem gibt die Stopfbüchse zu Undichtheiten Anlaß, und das gleiche gilt von den Ventilen in den Verbindungsleitungen, die man oft schon deswegen verwendet, um Kompressor, Kondensator oder Verdampfer einzeln absperren zu können, falls die Anlage an irgendeiner Stelle geöffnet werden muß. Amerikanische Fabriken schreiben regelmäßige Untersuchungen vor, die in gewissen Zeitabständen durch ihre Ingenieure vorgenommen werden. Neben der allgemeinen Prüfung des Zustandes der Maschine und des Schrankes dienen diese Untersuchungen zum Nachfüllen von Öl und nötigenfalls auch von Kältemittel. Die Forderung der Betriebsicherheit kann also bei guten Bauarten von Kompressionsmaschinen zwar weitgehend aber nie restlos erfüllt werden.

Die gewöhnliche Absorptionsmaschine enthält an bewegten Teilen nur eine einfache Pumpe für die reiche Lösung. Bei den kleinen Haushaltungs-Absorptionsmaschinen kommt auch diese Pumpe in Fortfall; man hat es dann nicht mehr mit einer Maschine, sondern mit einer chemischen Apparatur zu tun.

Abb. 1. Selbsttätiger automatischer Kühlwasserschalter nach F. Sauter

a Feder *b* Becher *c, d, e* Hebel zum Übertragen der Senkbewegung *f* elektrischer Schalter mit Quecksilberröhren

Abb. 2
Selbsttätiges Regelventil

a kegelförmiges Regelventil *b* Membran *c* Feder *d* Schraube zum Einstellen der Federvorspannung

Die Abnutzung durch bewegte Teile entfällt also, und damit entfallen auch alle Fragen der Schmierung; darin liegt wohl der Hauptvorteil dieses Verfahrens.

Unfallverhütung. Diese Forderung muß als die wichtigste bezeichnet werden[1]). Am nächsten liegt die Gefahr, daß man eine Kältemaschine anläßt, ohne gleichzeitig für die Kühlung des Kondensators zu sorgen, oder daß während des Betriebs der Kühlwasserzufluß stockt und daher der Kondensatordruck unzulässig hoch wird. Das Einschalten der Energiequelle wird daher stets zwangläufig mit dem Öffnen des Kühlwasserhahns gekuppelt. Eine besondere Vorrichtung muß aber außerdem dafür sorgen, daß beim Versagen des Kühlwasserzuflusses der elektrische Strom oder das Gas selbsttätig ausgeschaltet wird; die Schaltbewegung kann dabei nach Abb. 1 (F. Sauter, Basel, und Cumulus-Werke, Freiburg) dadurch hervorgerufen werden, daß sich ein durch eine Feder *a* aufwärts gedrückter Becher *b* unter dem Gewicht des einfließenden Wassers senkt; die Senkbewegung wird z. B. durch Hebel *c, d, e* auf einen elektrischen Schalter *f* mit Quecksilberröhren übertragen. Man kann auch eine Membran durch den Druck in der Wasserleitung derart beeinflussen, daß sie den elektrischen Strom ausschaltet, wenn der Wasserdruck sinkt.

Die größte Sicherheit bieten Kältemaschinen, die gar kein Kühlwasser brauchen, bei denen also der Kondensator durch Luft gekühlt wird.

[1]) Vergl. E. Zäuner, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) S. 137.

Die Folgen von Brüchen kann man dadurch mi daß man die Füllung mit Kältemittel möglichst macht; die SO_2-Maschine der Isko Co., Chikago, e z. B. nur eine Füllung von 1½ kg. Bei Absorp maschinen mit wässerigen Ammoniaklösungen ha Druckentlastung beim Bruch ein starkes Nac dampfen des Wassers zur Folge; deswegen verw man neuerdings gerne feste, trockene Absorptionss

Bedienung und Temperaturregel Es ist selbstverständlich, daß bei einer Haushaltmas keine geschulte Bedienung vorausgesetzt werden Wenige einfache Handgriffe müssen genügen. Bei pressionsmaschinen muß daher die Schmierung selbsttätig wirken; in der Regel verwendet man Druckschmierung, sondern Schleuderschmierung. F muß sich das Regelventil auf wechselnde Kühlwasse hältnisse und Kühlschrank-Temperaturen selbsttätig stellen. Zu diesem Zweck verbindet die Isko Co kegelförmige Regelventil *a*, Abb. 2, mit einer Membr diese ist auf der einen Seite durch eine Feder *c* bel deren Vorspannung mittels der Schraube *d* auf da wünschte Maß eingestellt werden kann; auf die a Seite der Membran wirkt der Verdampferdruck dessen Ansteigen der Durchgang des Ventils stärke drosselt wird.

Ein grundsätzlich anderer Weg besteht darin man die Weite des Regelventils nicht durch den dampferdruck, sondern durch die Menge des flüs

Abb. 3
Schema der Haushaltungs-Kältemaschin der Nizer Corp., Detroit

a Verdampfer *b* Öl *c* Schwimmer *d* Einspritzleitung *e* Kondensatorschlange *f* Saugventil *g* Wasserventil *h* Druckventil *i* Stromzuleitung *k* Regler

Abb. 4
Thermostat der Kelvinator Corp., Detroit

a dehnbarer Behälter
b Verdampferschlange
c elektrischer Schalter

Abb. 6 und 7
A-S-Kühlschrank von Brown, Boveri & Cie.
t Verdampfertrommel *k* Solebehälter

mittels im Verdampfer beeinflußt; diesem Zweck ein Schwimmer, der bei einer bestimmten Höhe der igkeit den weiteren Zufluß absperrt. Solche immer verwendet z. B. die Nizer Corporation in it, Mich., Abb. 3, und die Delco Light Co. in den idaire"-Kühlschränken.

)ie Selbsttätigkeit der Anlage kann sich ferner dar- erstrecken, daß im Kühlschrank möglichst gleich- ge Temperatur aufrechterhalten wird. Die zu diesem k verwendeten Thermostaten werden von der Luft- eratur im Kühlschrank unmittelbar beeinflußt; die tbewegung kann z. B. durch den Unterschied der neausdehnung zweier Metalle bewirkt werden (Fr. Sauter, Basel, und Cumulus-Werke, Freiburg). Die Lufttemperatur kann aber auch mittelbar durch die sie bestimmende Verdampftemperatur des Kältemittels oder bei Solekühlung auch durch die Soletemperatur geregelt werden.

Man benutzt als Thermostaten häufig einen blasebalgartig dehnbaren geschlossenen Behälter *a*, Abb. 4, der mit schwefliger Säure, Methylchlorid, Äthylchlorid oder Äther gefüllt ist; dieser Behälter wird entweder in die Sole getaucht oder von den letzten Verdampferschlangen *b* eng umgeben. Sinkt die Verdampftemperatur, so sinkt auch der Sättigungsdruck der im Behälter eingeschlossenen Flüssigkeit; der Behälter zieht sich zusammen, und diese Bewegung wird auf den elektrischen Schalter *c* übertragen, der den Antriebmotor des Kompressors oder den Heizstrom einer Absorptionsanlage ausschaltet. Bei höherem Verdampferdruck wird durch die entgegengesetzte Bewegung der elektrische Strom wieder eingeschaltet[2]).

[2]) J. Engeli, Ausführliches über selbsttätige Schalteinrichtungen, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927), erscheint demnächst.

Abb. 5
Allgemeine Anordnung der Kältemaschine im Kühlschrank

Abb. 8 bis 10
Autofrigor

Abb. 11 und 12
Schema des
Rota-Haushalt-
kühlschrankes
von
Sylbe & Pondorf,
Schmölln
(Thüringen)

a Motor
b Rota-Kompressor
c Ölabscheider
d Kondensator
e Ventilator
f Regler-Überflutungsventil
g Verdampferschlange
h Solebehälter
i Roheiserzeuger

Die Kompressionsmaschinen und die ununterbrochen arbeitenden Absorptionsmaschinen sind je nach der Jahreszeit 6 bis 12 h täglich im Betrieb. Absatzweise betriebene Absorptionsmaschinen haben eine Kochzeit von 1½ bis 2½ h und sollen während der übrigen 22 h kühlen. Während der Betriebspausen treten bei den erstgenannten Maschinengattungen Temperaturerhöhungen ein; bei den unterbrochen arbeitenden Absorptionsmaschinen wird die größte Kälte im ersten Abschnitt der Kühlzeit erzeugt. Viele Fabriken (aber nicht alle, vergl. Zahlentafel 2) versehen daher ihre Anlagen mit Kältespeichern in der Form von Behältern mit schwer gefrierenden Flüssigkeiten (Lösungen von Chlorkalzium, Glyzerin oder Alkohol in Wasser).

Platzbedarf, Kaufpreis und Wirtschaftlichkeit. Die allgemeine Anordnung der Teile eines Kühlschranks ist aus Abb. 5 zu ersehen. Der Platzbedarf beschränkt sich in der Grundfläche meist auf den vom Kühlschrank eingenommenen Raum, im Mittel auf 0,5 m². Die Kompressionsmaschinen (Kompressor und Kondensator) werden bei den europäischen Bauarten (Brown, Boveri & Cie., Escher, Wyss & Cie., Linde-Ges.) meist oberhalb des Kühlschranks angeordnet, Abb. 6 bis 10. Die Amerikaner ziehen es dagegen vielfach vor, die Maschinenanlage unter den Kühlschrank zu setzen, Abb. 5 (Frigidaire, Kelvinator, Serv-el u. a.), und diesem Vorbild ist man neuerdings auch in Deutschland gefolgt, s. Abb. 11 und 12 (Sylbe & Pondorf, Schmölln). Um einen möglichst geräuschlosen Gang zu erzielen, setzt man die Anlage auf eine Platte, die auf Gummifüßen, Abb. 13, oder Federn steht oder an solchen Federn aufgehängt wird (Frigidaire).

Aus Rücksicht auf geräuschlosen und gleichmäßigen Gang verwenden viele Fabriken selbst bei den ganz kleinen Anlagen Mehrzylinderkompressoren mit versetzten Kurbeln. So hat z. B. bei den Frigidaire-Maschinen nur die kleinste Ausführung für 135 kcal/h einen Zylinder, alle Größen von 270 kcal/h aufwärts zwei Zylinder. Das gleiche gilt für die Kompressoren der Kelvinator Corp. Die Lindesche Autopolarmaschine hat sogar drei Zylinder.

Der Preis von maschinellen Haushalt-Kühlschr mit 0,15 bis 0,2 m³ Nutzraum beträgt bei Absor maschinen zwischen 750 und 1000 *M*, bei Kompres maschinen sogar bis zu 1500 *M*. In Amerika kost solcher Schrank rd. 250 $. Da aber die Kaufkra Dollars kaum mehr als 2 *M* beträgt und der Woh in Amerika wesentlich höher ist, so wird der groß satz solcher Kühlschränke dort verständlich. Massenherstellung ließe sich bei uns der Preis noch beträchtlich senken; es darf daher angen werden, daß bei Verbesserung unserer wirtschaft Lage auch diesem Gegenstand ein größerer Absa wachsen wird.

Von dem Gesamtpreis entfallen im Mittel be sorptionsanlagen 40 vH auf den Schrank und 60 v die Kältemaschine. Bei Kompressionsanlagen en bis zu 75 vH auf die Maschine. Die Wirtschaftli der Haushalt-Kühlschränke spielt innerhalb ge Grenzen vorerst keine ausschlaggebende Rolle; wer den hohen Kaufpreis bezahlen kann, fragt selten d ob die täglichen Betriebskosten um 10 ₰ höher od driger sind.

Die wirtschaftliche Gegenüberstellung von E lung und Maschinenkühlung sei einer Vergleich nung entnommen, die Mc. Lay für amerikanisch hältnisse aus Beobachtungen in 42 Städten aufg hat[3]). Der Rechnung liegen folgende Werte zug

Innenraum des Kühlschrankes	0,36	m
„Normale" Belastung (durch elektrische Heizung des Schrankes)	75	kc
Außentemperatur (Jahresmittel)	21°	
Mittlerer täglicher Verbrauch bei maschineller Kühlung	2,62	k
Jahresverbrauch	956	
Strompreis	22,2	₰
Mittlerer täglicher Eisverbrauch	17,9	k
Jahresverbrauch an Eis	6,53	t
Eispreis	5,55	₰
Verzinsung des Anlagekapitals	6	v
Abschreibungen:		
für den Schrank bei Eiskühlung	15	,
„ „ „ Maschinenkühlung	5	,
„ die Kältemaschine	10	,
Jährliche Erhaltungskosten (nur bei Maschinenkühlung)	63,2	*M*

Daraus ergeben sich die jährlichen Ausgaben Zahlentafel 1:

[3]) Im Bericht des Ausschusses für elektrische Kühlung, gegeben von der National Electric Light Assoc., New Yo Nr. 25 bis 48, S. 33.

[4]) Bei Eiskühlung nutzt sich der Schrank erfahrungsgem rascher ab (Einwerfen der schweren Eisblöcke, Wirkung der Feuch

Abb. 13
Gesamtanordnung der Kelvinator-Kältemaschin

Zahlentafel 1. Betriebskosten von Eiskühlung und Maschinenkühlung

	Anschaffungskosten M	Verzinsung M	Amortisation M	Unterhaltung M	Eis oder Strom M	Gesamte Betriebskosten M
hlung	715,—	43,30	107,—	—	363,—	513,30
inenkühlung	715,— (Schrank) 1240,— (Maschine)	116,50	159,50	63,—	212,—	551,—

ei diesem Strompreis sind also die gesamten Be-
kosten bei maschineller Kühlung nur unwesentlich
· als bei Eiskühlung.

Besondere Merkmale der Kompressionsanlagen

Vahl des Kälteträgers. Das bei Großkälte-
ıinen gebräuchliche Ammoniak steht in der Reihe
für Haushalt-Kühlschränke benutzten Kälteträger
ın letzter Stelle. Die Ursache ist einmal der ziem-
hohe Dampfdruck, der bei Kondensation durch Luft
uf 20 at steigen kann. Auch der Verdampferdruck
? bis 3 at im Kurbelkasten ist wegen der möglichen
htheiten der Stopfbüchse nicht erwünscht. Gegen
oniak sprechen ferner seine chemische Einwirkung
Kupfer und Kupferlegierungen, auf deren Verwen-
die Konstrukteure nicht verzichten wollen, der
genehme Geruch, Schwierigkeiten der Schmierung
ke Absorption von Ammoniak durch das Öl) und die
allzu kleinen Zylinderabmessungen. Infolge der hohen
Verdampfwärme wird außerdem die stündlich umlaufende
Ammoniakmenge so klein (knapp 1 kg), daß die Rege-
lung des Zutritts der Flüssigkeit zum Verdampfer emp-
findlich und schwierig wird.

Wie aus Zahlentafel 2 zu ersehen ist, steht schweflige
Säure (SO_2) an erster Stelle; sie wird insbesondere von den
führenden amerikanischen Firmen und in Europa von Brown,
Boveri & Cie. bevorzugt. Daneben verwendet man Chlor-
methyl (CH_3Cl) und Chloräthyl (C_2H_5Cl), Stoffe, gegen
deren Entzündbarkeit man oft übertriebene Bedenken
hegt, und bei denen die Schmierung einige Schwierigkei-
ten bereitet[5]; die Stoffe sind außerdem in Deutschland
noch nicht genügend rein im Handel. Erst an vierter
Stelle finden wir Ammoniak (NH_3). Außerdem hat man
in Amerika die Verwendung einiger gesättigter Kohlen-

[5] Vergl. O. Wagner, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) S. 62.

Zahlentafel 2
Übersicht über Haushalt-Kältemaschinen nach dem Kompressionsverfahren

Be-nung Bauters	Hersteller	Kälteträger	Nennleistung ($t = +25°$ $t_0 = -10°$) kcal/h	Kompressor: Bauart	Kompressor: Strömung des Dampfes	Kompressor: Zylinderzahl	Kompressor: Drehzahl Uml./min (Antrieb)	Motorleistung PS	Kondensator, gekühlt durch	Verdampfer
. . . . .	Brown, Boveri & Cie., Mannheim	SO_2	550	hin- u. hergehend doppelt wirkd., liegend, schw. Zylinder	Wechselstrom	2	360 (Riemen)	0,6	Wasser od. Luft	Solekühlung
aire .	Delco Light Co., Dayton Ohio (Gen. Motors Corp.)	SO_2	135 270	hin- u. hergehend stehend	Gleichstrom	1 oder 2	250 (Riemen od. Zahnrad)	1/6 od. ¼	,,	unmittelbare Verdampfg.
nator	Kelvinator Corp., Detroit, Mich.	SO_2	150 300	hin- u. hergehend stehend	,,	1 oder 2	300 250 (Riemen)	1/6 oder ¼	Luft	Solekühlung ($CaCl_2$)
. . . .	Nizer Corp., Detroit, Mich.	SO_2	600	hin- u. hergehend stehend	,,	1	175 Schnecke	½	Wasser od. Luft	Solekühlung (Alkohol)
. . . . .	Isko Co., Chikago	SO_2	300	Zahnrad-Kompressor	—	1	1500-1750 unmittb.	¼	Wasser	Solekühlung (Glyzerin)
al ctric	General Electric Co., Schenectady, N. Y	SO_2	rd. 150	hin- u. hergehend schwingend	Gleichstrom	2		1/6		Solekühlung
uk . .	Keokuk Refrig. Co., Keokuk, Iowa	SO_2	rd. 300	hin- u. hergehend stehend		1 oder 2	(Zahnrad)	¼	Luft	unmittelbare Verdampfg.
one .	Iron Mountain Co., Chikago, Ill.	SO_2	rd. 300	,,		1	330 (Riemen)	¼	,,	Solekühlung
r . . .	Leopold Ziegler, Berlin	SO_2	300	,,		1		½	,,	,,
rigor	Escher, Wyss & Cie., Zürich	CH_3Cl	150 500	hin- u. hergehend doppeltwirkend liegend, schw. Zylinder	Wechselstrom	1	1400 900 (unmittb.)	1/6 ½	Wasser	unmittelbare Verdampfg. oder Solekühlung
polar .	G. f. Linde's Eismasch., Wiesbaden	CH_3Cl	350	hin- u. hergehend liegend	,,	3	1500 (unmittb.)	1/3	,,	,,
. . . . .	Sylbe & Pondorf, Schmölln, Thür.	CH_3Cl	250	Drehkolben	—	1	1450 (unmittb.)	1/3	Luft	Solekühlung
el . . .	Serv-el Corp., New York	CH_3Cl	350	hin- u. hergehend stehend	Gleichstrom	2	325 (Riemen)	¼	,,	Solekühlung (Alkohol)
k. . . .	Multicold Co., Providence, R. J.	C_2H_5Cl	rd. 250	Zahnrad-Kompr. zweistufig	—	2	1200 (unmittb.)	¼	,,	Solekühlung
ms .	Simplex Refrig. Corp., Brooklyn, N. Y.	C_2H_5Cl	225	Drehkolben	—	1	(unmittb.)	¼	,,	unmittelbare Verdampfg.
erator	Motorfrigerator Co., Lansdale, Pa.	C_2H_5Cl	rd. 150	hin- u. hergehend liegend	Wechselstrom	1	260 (Riemen)	1/6	,,	,,
oach .	Welsbach Co., Gloucester N. Y.	C_2H_5Cl	rd. 250	,,		1	280 (Riemen)	¼	,,	Solekühlung (Glyzerin)
and. .	Copeland Products, Detroit, Mich.	$(CH_3)_3CH$ Isobutan	rd. 150	hin- u. hergehend stehend	Gleichstrom	1	(Riemen)	1/6	,,	Solekühlung (Alkohol)
naker	Coldmaker, Toledo, O. .	NH_3	375	,,	,,	2	(Riemen)	1/3	Wasser	
. . . .	George J. Cooke, Chikago, Ill.	NH_3	rd. 300	,,	,,	1	450 (Riemen)	¼	,,	Solekühlung
go . . .	Refrigo Corp., Milwaukee, Wis.	NH_3	300	,,		1	350 bis 400 (Riemen)	¼	,,	,,

Abb. 14 (links)
Schnitt durch eine
A-S-Kältemaschine
von BBC

a Kondensator
b Gegengewicht
c Kühlwasser
d Öl
e Ölabstreifer
f verflüssigte SO_2
g Verdampfer
h Sole

Abb. 17 und **18**
Autopolar
der Linde-
Gesellschaft

a Kompressor
b Kondensator
c Elektromotor
d Verdampfer
e Maschinen-
gehäuse
f Saugkanal
g Zylinder mit
Kolben
h Kompressor-
glocke
i Druckkanal
k Druckraum
l Wassereintritt
m Wasseraustritt
n Regulier-
vorrichtung
o Stahlzylinder

Abb. 18
(rechts)
Autopolar-
maschine
in Ansicht

Abb. 15 und **16** (rechts)
Autofrigor von Escher,
Wyß & Cie.

a Elektromotor
b Kompressor
c Saugrohr
d Druckrohr
e Öl
f Kondensatorringraum
g Kühlwasserführung
h Regler
i Verdampfer

wasserstoffe, besonders von Isobutan (C_4H_{10}) unter dem Namen „Freezol"[6]), und einiger Halogenverbindungen der Kohlenwasserstoffe angeregt und in beschränktem Umfang eingeführt. Kohlensäure dagegen wird bei Haushaltmaschinen überhaupt nicht benutzt.

Die Kompressoren der Haushalt-Kältemaschinen werden in der Regel mit hin- und hergehendem Kolben, seltener mit Drehkolben ausgeführt. Gelegentlich findet man auch gekapselte Zahnradpumpen. Bei hin- und hergehendem Kolben hat sich die stehende, einfachwirkende Bauart am meisten eingeführt, Abb. 13. Liegende oder doppeltwirkende Maschinen findet man verhältnismäßig selten. Ferner findet man in den meisten Fällen die Gleichstrombauart, bei der die Dämpfe stets in der gleichen Richtung von unten nach oben durch den Zylinder strömen, wodurch die thermischen Wandl
verluste verringert werden: das Saugventil — ein
leichtes Teller- oder Plattenventil — ist im Tauchk
angeordnet.

Die Wechselstrombauart findet man bei den st
den einfachwirkenden Maschinen viel seltener; hier l
die Saug- und Druckventile im Zylinderdeckel. Be
Audiffren-Singrün-(A-S-)Kältemaschinen von Brown
veri & Cie., Abb. 14, und beim Autofrigor von Es
Wyss & Cie., Abb. 15 und 16, werden die Saug- und D
schlitze durch kleine Schwingbewegungen des Kolben
steuert. Diese Maschinen haben doppeltwirkende We
stromzylinder.

Von der noch vor wenigen Jahren in Amerika
strebten Steigerung der Drehzahl scheint man in
letzten Jahren wieder abzukommen. Viele führende
men begnügen sich heute mit 300 Uml./min und dar
Kompressor und Motor sind meist auf einer gemeins
Platte aufgebaut; der Antrieb erfolgt durch Riemen, h
unter Einschaltung einer Spannrolle. Kompressoren
hin- und hergehendem Kolben, die bis zu 1500 Um
erreichen und mit Drehstrommotoren unmittelbar g
pelt sind, hat man wohl bisher nur in Europa gebau

[6]) Vergl. „Refrigerating Engineering" Bd. 12 (1926).

Zahlentafel 3
Konstruktionszahlen von Kolbenkompressoren für Haushalt-Kältemaschinen

Bauart und Hersteller	Kälteträger	Kälte-Nennleistung kcal/h	Zylinder-zahl	Zylinder-Dmr. mm	Hub mm	Hub-verhältnis	Dreh Uml./
A-S, Brown Boveri	SO_2	550	2[7])	42	28	0,67	36
Kelvinator	„	150	1	46	38	0,83	31
Nizer	„	600	1	108	57	0,53	17
Zerozone	„	ca. 150	1	44,5	44,5	1,0	3
Ziegler	„	300	1	60	50	0,83	30
Autofrigor	CH_3Cl	150	1[7])	20	20	1,0	140
		500	1[7])	33	26	0,79	90
Autopolar	„	350	3	26	15	0,58	150
Serv-el	„	350	2	38	38	1,0	32
Motorfrigerator	C_2H_5Cl	150	1	76	12,7	0,167	26
Welsbach	„	225	1	76	19	0,25	28
Coldmaker	NH_3	375	2	32	32	1,0	(33
Refrigo	„	250	1	32	38	1,19	37

[7]) Doppeltwirkende Zylinder; die übrigen haben einfachwirkende Zylinder.

Abb. 19 und 20
Rota-Kompressor von Sylbe & Pondorf

nntesten sind der Autofrigor und der Autopolar der e-Gesellschaft, Abb. 17 und 18; beide arbeiten mit rmethyl. Bei beiden befinden sich Kompressor, Anmotor und Kondensator in einem luftdicht geschlos-ı Gehäuse, das eine gewisse Ölmenge erhält. Beim frigor liegt der Motor oben, beim Autopolar unten. bei den hohen Drehzahlen die Wirkung der Massen-e der hin- und hergehenden Teile zu verringern, führt inde-Gesellschaft die Kolben in Leichtmetall aus. Die en werden beim Saughub durch die Fliehkraft heraus-ıleudert und beim Druckhub durch einen auf der e zentrisch angeordneten Ring wieder hereingepreßt. Diese Maschinen haben drei Zylinder. Die Zylinder en durchweg sehr kurzhubig gebaut, da man trotz rer Drehzahlen hohe mittlere Kolbengeschwindigkeit hohe Beschleunigungsdrücke vermeiden will. Oft sind nderdurchmesser und Hub gleich, oft ist aber der Hub viel kleiner als der Durchmesser, Zahlentafel 3.

)rehkolben-Kältekompressoren für Haus-wecke sind verhältnismäßig selten anzutreffen; von chen Bauarten sind der Rota-Kompressor von Gütt-, gebaut von Sylbe & Pondorf, Schmölln, und der ırady-Kompressor, gebaut von der Maschinenfabrik ard in Oberursel, bekannt geworden.

Der Rota-Kompressor wurde früher für Ammoniak für Kälteleistungen nicht unter 1000 kcal/h gebaut; Ausführungsform ist bekannt[8]). Für den Gebrauch aushalt-Kühlschränken hat man neuerdings eine An-für 250 kcal/h Kälteleistung entwickelt, die mit Chlor-yl arbeitet und einige wesentliche Verbesserungen eist, Abb. 19 und 20. Kompressor und Antriebmotor bei 1450 Uml./min unmittelbar gekuppelt. Das Ge-e ist dreiteilig und das Glied zwischen Saug- und kraum — die frühere „Zunge“, die sich in der „Nuß“ end und schwingend bewegte — hat eine ganz neue n erhalten, die zugleich eine zwangläufige Steuerung Ein- und Auslasses ermöglicht.

Einen amerikanischen Drehkolben-Kältekompressor Williams Simplex Refrigerating Corporation, Brook-N. Y., für Chloräthyl zeigt Abb. 21. Die Kälte-ıng beträgt 225 kcal/h. Die Schmierung erfolgt durch erin, das spezifisch schwerer als Chloräthyl ist und daher von diesem leicht trennt. Die Bauart entspricht nigen von Wittig[9]), die von der Demag, Duis-, und anderen deutschen Fabriken für Luftverdichter endet wird.

Daneben werden auch raschlaufende, mit dem Motor gekuppelte Zahnradkompressoren verwendet; ein Beispiel hierfür ist die Maschine der Isko Co. in Chikago, Abb. 22 und 23, mit einer Kälteleistung von 300 kcal/h, die vollkommen ventillos ist. Die Zahnräder laufen in Öl. Die Maschine arbeitet mit schwefliger Säure.

Kondensatoren. Die Verflüssigungswärme führt man bei den großen Kältemaschinen ausschließlich durch Kühlwasser ab, das sich dabei entsprechend erwärmt oder teilweise verdunstet. Auch bei vielen Haushalt-Kältemaschinen verwendet man Kühlwasser wegen seiner guten Wärmeübertragung.

Abb. 21
Schema des Drehkolben-Kältekompressors der Williams Simplex Refrigerating Corp.

a Kondensatorschlange für Luftkühlung
b Glyzerinabscheider *c* Kompressor
d Schwimmerreglerventil

[8]) Vergl. Plank, Krause und Tamm, Z. Bd. 69 (1925) S. 393 . f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 32 (1925) S. 46, ferner Tamm, Z. f. d. ges. -Ind. Bd. 33 (1926) S. 23.

[9]) Vergl. z. B. Plank, Drehkolbenmaschinen als Kraft- und tsmaschinen, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 29 (1922) S. 189.

RZ593Z22

Abb. 22
Zahnradkompressor der Isko Co.

a Wassereintritt
b Kondensator
c Öl
d Kühlwasserschlange
e Kompressor
f Eispfannen
g Verdampferschlange
h Solebehälter

RZ593Z23

Abb. 23
Einzelheiten des Zahnrad-kompressors

Die Bauarten der Kondensatoren mit Wasserkühlung weichen von denen des Großmaschinenbaues erheblich ab. Berieselungs-Kondensatoren kommen überhaupt nicht in Frage, da die Maschinen in geschlossenen Räumen stehen, wo die Verdunstung sehr schwach wäre und das Verspritzen des Wassers stören würde. Auch der sonst so beliebte und nur wenig Platz beanspruchende Doppelrohrkondensator wird nur selten verwendet. Dagegen hat sich eine Art Tauchkondensator eingeführt, bei dem aber, im Gegensatz zu den alten Tauchkondensatoren, die Rollen von Kühlwasser und kondensierendem Dampf vertauscht sind.

Das Kühlwasser fließt durch zylindrisch gewickelte Rohrschlangen, die für alle Kälteträger, ausgenommen NH_3 aus Kupfer hergestellt werden. Diese Schlangen liegen in einem Raum, in den die vom Kompressor verdichteten und möglichst weitgehend entölten Dämpfe eingeblasen werden; sie verflüssigen sich also an der Oberfläche der Rohrschlangen, und die Tropfen sammeln sich im unteren Teil des Kondensationsraums. Dank der hohen Wassergeschwindigkeit und der raschen Abführung des Kondensats sind die Wärmedurchgangzahlen sehr hoch; Versuche an einem Kondensator von 10 000 kcal/h haben Wärmedurchgangzahlen $k = 800$ bis 1000 kcal/m² h °C ergeben. Die untersten Kühlwasserschlangen liegen bereits im Flüssigkeits-Sammelraum und bewirken so eine günstige Unterkühlung des Kondensats.

Die bauliche Verbindung des Kompressors mit diesem Kondensator ist bei vielen Bauarten geschickt gelöst; die Linde-Gesellschaft legt bei ihrer Autopolar-Maschine den Kondensator konzentrisch um das den Kompressor und Elektromotor aufnehmende Gehäuse, Abb. 17. Eine ähnliche Anordnung findet man auch bei der Autofrigor-Maschine, Abb. 15 und 16. Die Nizer Corporation legt die Kühlwasserschlange in eine über den oberen Teil des Kompressors gestülpte Glocke, Abb. 24, in die das Druckventil des Kompressors unmittelbar ausbläst. Nach dem gleichen Verfahren ist auch der Kondensator der Isko Co., Abb. 22, gebaut.

Neben dem Kondensator mit Wasserkühlung setzt sich neuerdings der mit Luftkühlung immer mehr durch; er wird besonders von amerikanischen Fabriken in steigendem Maße gebaut. Vom Standpunkt des Wärme ganges ist der Kondensator mit Luftkühlung unter Umständen im Nachteil; man braucht größere Kühlflä und muß trotzdem höhere Kondensationstemperature lassen, also unwirtschaftlicher arbeiten; allerdings hier, wie erwähnt, die Wirtschaftlichkeit nicht den schlag.

Man verwendet in der Regel einen Ventilator, d Schwungrad des Kompressors eingebaut ist und de Luft mit rd. 15 m/s an den Kondensatorschlangen v bläst. Hier liegt eine wesentliche Sicherheit; denn s der Kompressor läuft, tritt auch die Kühlung in Täti Die Luftkühlung ist besonders in tropischen Gegende Platze, wo es manchmal sehr wenig oder gar kein wasser gibt. Der Fortfall aller Wasserleitungen un Vorrichtungen zum selbsttätigen Ein- und Ausschalte Kühlwassers vereinfachen die Anlage. Der Tempe regler im Kühlraum kann unmittelbar den Elektro ein- und ausschalten und braucht nicht auf dem über einen Kühlwasserschalter zu wirken.

Genaue Versuche liegen für die Maschine „Ju der Kelvinator Corp. vor[10]). Sie hat einen einfachwi

[10]) L. A. Philipp und C. C. Spreen, „Refrigerating Engine Bd. 13 (1927) S. 301.

RZ593Z24

Abb. 24
Kompressor und Kondensator der Nizer Corp.

ylinder mit 46 mm Dmr. und 38 mm Hub bei 310 Uml./
Die folgenden Zahlenwerte beziehen sich auf eine
mpftemperatur von — 9,5 °:

mperatur	°C	20	25	30	35	40
nsationstemperatur	„	35,0	38,8	42,7	46,5	50,4
eistung	kcal/h	213	196	180	162	145
erbrauch am Elektor	PS	0,29	0,28	0,285	0,295	0,31

ür den Aufbau des Kondensators mit Luftkühlung s verschiedene Vorschläge: Die Kelvinator Corp. ie Kühlschlangen um die ganze Maschinenanlage , so daß sie ein Schutzgeländer um die bewegten inenteile bilden, Abb. 13. Der Querschnitt der kup- Rohre ist oft nicht kreisrund, sondern elliptisch idaire).

ie Copeland Products Inc. in Detroit setzt die Kon- orschlangen in ein zylindrisches Gefäß; der Ven- ist auf der Motorwelle angeordnet und bläst die nit großer Geschwindigkeit durch das Gefäß. Von hen Firmen führen bisher nur Sylbe & Pondorf und gler, Berlin, Kühlschrankmaschinen mit Luftkühlung

ı Abb. 25 ist die Maschine der Nizer Corp. mit Luft- ng dargestellt; die Luft tritt durch den Krümmer *a* Rohrschlange *b* des Kondensators, an deren Außen- die bei *c* eintretenden SO_2-Dämpfe verflüssigt n.

ie Verdampfer. Die Haushalt-Kühlschränke n sowohl für unmittelbare Verdampfung, als auch leküblung ausgeführt. Die richtige Bemessung der läche und die richtige Unterbringung im Schrank vichtiger als die Frage des Verdampfverfahrens. Die n Verdampfer nehmen kleine Pfannen auf, in denen Eiswürfel zur Kühlung von Getränken oder Speise- rstellt. Die Solekühler haben höhere Speicherwir- und sollen weniger Schwankungen der Lufttempera- tur im Schrank ergeben; die Temperatur der Sole beträgt im Mittel — 6 bis — 7 °.

Die Wärmedurchgangzahl für den Übergang von verdampfendem Kälteträger auf die ruhende (nur konvektiv bewegte) Badflüssigkeit kann bei überflutetem Verdampfer mit $k = 125$ kcal/m² h °C angenommen werden. Die Speicherwirkung der Sole wird vielfach überschätzt; ist der Kühlschrank mit Lebensmitteln gut gefüllt, so üben diese eine genügende Speicherwirkung aus. Bei unmittelbarer Verdampfung rechnet man mit einer Wärmedurchgangzahl $k = 10$ kcal/m² h °C.

Der Verdampfer wird meist in einer oberen Seite des Schrankes angeordnet und beansprucht etwa 25 vH des Innenraumes. Zwischen Verdampfer und Schrank muß allseitig genügend Raum für die Luftströmung frei bleiben; das ist für die gute Kühlwirkung und möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung im Kühlschrank wichtig. Am Verdampfer befindet sich ein selbsttätiges Reglerventil, s. a. Abb. 2, und der von den letzten Verdampfer-Rohrwindungen umschlossene Temperaturregler, s. a. Abb. 4, der den elektrischen Strom ein- und ausschaltet.

Eine Anlage mit unmittelbarer Verdampfung ist der „Frigidaire“, Abb. 26. Beim „Autofrigor“ und beim „Autopolar“ bestehen die Verdampfer aus stehenden Rohren mit Längsrippen, in die unten kleine Eispfannen eingeschoben werden können. Den Einbau in einen Kühlschrank zeigt Abb. 5. Verdampfer für Sohlekühlung baut die Kelvinator Corporation. Die Wirkungen der Verdampferschlangen umgeben die zur Aufnahme der Eispfannen dienenden Schubfächer. Bei der AS-Maschine von Brown, Boveri & Cie. taucht die umlaufende Verdampfer-Trommel zur Hälfte in das Solebad ein; dadurch wird die Sole mitgenommen und dem im Schrank angeordneten Kühlkörper zugeführt. [B 593] (Schluß folgt.)

Abb. 25
Kühlmaschine der Nizer Corp. mit Luftkühlung

a Krümmer für den Lufteintritt
b Kondensatorrohrschlange *c* Eintritt der SO_2-Dämpfe

Abb. 26
Frigidaire-Kältemaschine der Delco Light Co.

a Absperrventil
b Schwimmerventil (innen)
c Saugleitung
d Flüssigkeitsleitung
e Kondensator
f Kompressor
g Motor
h elastische Membran
i Niederdruckkontrolleitung
k Schalter
l Sammelbehälter

Das Versilbern von Porzellan

Das Anbringen des Silberüberzuges auf Porzellangegenständen erfordert stets eine gründlichere Sachkenntnis und eine größere Aufmerksamkeit als die andern Malmittel. Das Silber muß stets rein gehalten werden, und zudem hat es die Eigenschaft, daß es leicht oxydiert.

Zur Herstellung einer gut haltbaren Silberlösung müssen auch reine Chemikalien verwendet werden. Zum Auflösen bedarf es einer verdünnten Salpetersäure. Sie muß von Salzsäure frei sein; sonst bildet das Chlor der Salzsäure mit dem Silber unlösliches Chlorsilber. In die Salpetersäure wird das Silber eingetragen; sodann wird eine blanke Kupferplatte eingelegt. Das Silber fällt in weißen, leichten Flocken aus und setzt sich zunächst an der Kupferplatte an. Um dies zu verhindern, muß man die Flüssigkeit während des Auflösungsvorganges schütteln. Die Auflösung ist vollzogen, wenn die Flocken verschwinden und sich am Boden kein weiteres Silber mehr absetzt. Die darüber stehende Flüssigkeit wird abgegossen und das am Boden befindliche metallische Silber mehrmals mit kochendem Wasser ausgewaschen. Vom Kupfer her erhält es eine Blaufärbung, die beim Waschen verschwindet. Das Silber muß dunkelgrau erscheinen und ist, wenn sauber ausgewaschen, chemisch rein.

Wenn daraus das echte Muschelsilber hergestellt werden soll, so muß es noch mit einer Gummilösung verrieben werden und ist so zum Auftragen fertig.

Wenn dem salpetersauren Silberoxyd kohlensaures Natrium zugesetzt wird, so wird das kohlensaure Silberoxyd erhalten. Die Silberlösung ist darin noch feiner verteilt. Der Niederschlag ist sehr fein und weiß. Er zersetzt sich in der Hitze leicht und lagert das metallische Silber ab; somit kann er wie metallisches Silber benutzt werden. Während sich das Silber in Salpetersäure auflöst, entwickeln sich braune Dämpfe, die die Atmungsorgane heftig angreifen; das Auflösen des Silbers muß daher im Freien unter dem Abzuge vorgenommen werden.

Wenn Silbernitrat (Höllenstein) zu lösen ist, so werden auf 10 g 500 cm³ destilliertes Wasser genommen. Die Lösung vollzieht sich rasch; darauf wird in die Lösung ein Kupferblechstreifen eingehängt, noch einige Kupfermünzen hineingeworfen und bis zum nächsten Tage abgestellt. Das überstehende Wasser wird nun abgeschüttet, das ausgefällte Silber einige Male mit heißem Wasser ausgewaschen, getrocknet und auf einer Reibmühle fein verrieben.

Als Flußmittel beim Auftragen des Silbers auf das Porzellan wird auf zwölf Teile Silber ein Teil Wismutsultrinat zugesetzt. Als Bindemittel dienen verschiedene Öle, wie Lavendelöl; doch wird in der böhmischen Glasindustrie zum Auftragen von kolloidalem Silber gar nur das billige Terpentinöl benutzt.

Große Aufmerksamkeit erfordert das Brennen; denn bei der Hitze verflüchtet das Bindemittel rasch, das Silber wird niedergeschlagen, weiter oxydiert, bis es gelb und schwarz wird und endlich ganz verbrennt.

Brongniart hängt bemalte Probescheiben ein, die das Fortschreiten des Brandes anzeigen. Das aufzustreichende Probenmittel ist ein aus Gold bereitetes Karmin. Es wird auf eine kleine Porzellanplatte gestrichen und diese mit einem Draht in die Muffel durch das Schauloch eingehängt.

Er unterscheidet folgende sechs Brandstufen, die noch Übergänge zeigen:

1. Bei dem Feuer, das erforderlich ist, um Gold auf weichem Grund einzubrennen, ist das Probenmittel braunrot, unrein, ziegelfarbig und kaum verglast;
2. beim Retouchefeuer ist der Karmin an den dünnen Stellen schön rosenrot, die dickeren Stellen sind etwas ziegelfarbig;
3. beim ersten Einbrennen der Malereien geht die Farbe aus dem rosenroten Ton in den purpurfarbigen über;
4. beim Einbrennen der Goldgründe auf der weißen Glasur geht der rosenrote Ton etwas ins Violette über;
5. beim Feuer zum Einbrennen der Goldränder an Tellern wird der violette Ton bei zunehmender Temperatur blässer und unrein;
6. beim Feuer, zum Einbrennen matten Goldes verschwinden sowohl der rosenrote wie der violette Ton vollständig.

Noch besser ist freilich der Gebrauch eines Pyrometers oder eines andern sicheren Wärmemessers. Im Gebrauch sind auch die Segerkegel. Für diese Zwecke kommt Segerkegel Nr. 022 zur Anwendung. Geübte Brenner beobachten nur mit dem bloßen Auge.

Abb. 1 Muffelofen für Holzfeuerung
a Seitenmauern

Abb. 2 Muffelofen für Halbgasfeuerung
a Feuerraum *b* Schrägrost *c* Asc… fall d_1, d_2, d_3 Muffeln *e* eingebaute S…

Ofenteile und Muffeln werden von den Tonwarenfab… in guter und passender Ausführung geliefert. Die… haben etwa die folgenden Abmessungen:

Sie können 1,3 m hoch werden und etwas übe… lang. Die beiden Seitenmauern *aa*, Abb. 1, werden … dick von Grund aus aufgeführt bis zu etwa 45 cm … Hier werden die Roststäbe eingelegt und die Mauerdi… etwa 90 cm Höhe auf 14 cm verringert. Damit is… Feuerraum geschaffen. Nun werden Schamotte oder … einsätze zur Auflage für die Muffel eingelegt, die … in der Dicke von 14 cm noch etwa 45 cm höher g… und so der Raum für die Muffel geschaffen. Der … Raum wird überwölbt oder überdeckt und das Abzu… für den Schornstein eingelassen. Die Vorlegetür vo… Muffel kann zum Einkleben oder bloß zum Vorlegen… gerichtet werden. Wenn sehr große Gegenstände geb… werden sollen, so müssen die Muffeln entsprechend … genommen werden.

Als Brennstoff wird fast allgemein Holz benutzt. … besten eignen sich die weichen Hölzer, wie Fichte, … und Kiefer. Weniger gut die harten. Kohlen, insbeso… Steinkohlen, werden wegen ihrer ungleichen, heftigen … kaum verwendet. Der Verfasser hat jedoch in einem … einfachen Muffelofen bei Braunkohlenfeuerung (… Osseger, Böhmen) kolloidales Silber auf Glas mit dem … Erfolg eingebrannt, ebenso auch kleine Porzellang… stände irisiert. Die Erfolge waren jedesmal vollst… Es kommt eben viel auf die Art der Feuerung an.

Für kleine Gegenstände eignet sich auch der M… ofen für Halbgasfeuerung, Abb. 2. Der Feuerraum *aa* … an beiden Seiten. Der Brennstoff (Kohle) wird w… einen Füllofen eingeschüttet. Bei *b* liegt ein Schrä… und bei *c* der Aschenfall. Die Heizgase streichen i… mittleren Raum, um die erste Muffel d_1, werden von… eingebauten Steg *e* gesammelt, durch den Schlitz u… zweite Muffel d_2 geführt, dann um die dritte Muffel *d*… ziehen durch das Abzugloch ab. Der Brennstoff wird… gut ausgenutzt.

Das Brennen erfordert die größte Aufmerksamkeit… war den Tonwarenerzeugern bis jetzt nicht möglich, … gasdichte Muffel herzustellen; daher darf der Brennsto… äußerst wenig rauchen. Ebenso muß er vollständig… von Schwefeldämpfen sein: das Silber läuft durch die… wirkung von Schwefelwasserstoff stets an. So mu… wenn es haltbar sein soll, mit einer leichten Golds… überzogen werden. Das aufgetragene Silber muß j… vorher 24 Stunden trocknen. Das Einbrennen wir… kleinem Feuer bis zu schwacher Rotglut vorgenommen… Silber beim Brande stark schwindet, muß es stärker… getragen werden als Gold. Eine Probe führt am sich… zum gewünschten Erfolge.

Nach dem Brennen wird das Silber poliert. Für … kleine Gegenstände genügt Abreiben (Putzen) mit … mehl und mit Wollappen bei Zusatz von Glasur. Gr… können an Schleifeinrichtungen mit Holzrädern und Z… von Glasur poliert werden. Schwach gebranntes S… wird auf Frittenporzellan an Filzrädern geputzt.

Wenn Mattsilber hergestellt werden soll, so wi… nach dem Polieren noch einmal gebrannt.

Ein Fehler bei der Versilberung, der oft anzutr… ist, ist der, daß es nach dem Brand abblättert. In d… Falle war es zu dick aufgetragen. Wenn es nicht häl… sich nach kurzer Zeit abwischen läßt, so war der … zu stark. Hat es eine schmutzige, ins Graue gehende F… dann war es nicht rein zubereitet oder die Muffel nicht …

Friedrichswald [M 2457] Dr. Hanni…

Die Öle als Werkstoffe in der Elektrotechnik

Von Dr. v. d. Heyden und Dr. Typke
Chem. Laboratorium der AEG-Transformatorenfabrik, Berlin-Oberschöneweide

Die Verwendungsarten der Öle in der Elektrotechnik — Öle als Isolierstoffe: Transformatoren- und Schalteröle, Kabelisolieröle — Öle als Schmiermittel: Turbinenöle, Elektromotoren- und Dynamoöle, Zähleröle — Die Prüfbedingungen, die Alterung der Öle und ihre Wiederaufbereitung — Ausblick auf die wichtigsten noch auf dem Ölgebiete zu leistenden Arbeiten.

Öle finden in der Elektrotechnik eine umfangreiche Verwendung; man kann zwei Gruppen von Verwendungszwecken unterscheiden, den als Isolier- und den als Schmiermittel. Zunächst soll hier die [...]endung als Isolierstoff besprochen werden.

Öle als Isolierstoffe

Transformatoren- und Schalteröle. Die [...]sformatorenöle dienen zur Isolierung und Kühlung [...]Transformatoren. Transformatoren, in denen die zu [...]renden Teile unter Öl stehen, können in erheblich [...]ngterer Form gebaut werden als Lufttransformatoren, [...]gut gereinigtes, getrocknetes Mineralöl eine erheblich [...]e Durchschlagfestigkeit hat als Luft. In den Schal[...] dient das Öl zum schnellen Löschen des Lichtbogens. [...]heute verwendeten Transformatoren- und Schalteröle [...]en ausschließlich aus Erdöl hergestellt; Harzöle wer[...] hauptsächlich wohl des höheren Preises wegen, nicht [...] verwendet. Aus Braunkohlen- und Steinkohlenteer [...]n sich brauchbare Transformatoren- und Schalter[...] [...]isher nicht herstellen lassen; die in der Kriegs- und [...]kriegszeit damit gemachten Erfahrungen waren sehr [...]cht. Die Anforderungen, die an neues Transformato[...] und Schalteröl gestellt werden müssen, lassen sich am [...]n an Hand der Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle des Verbandes [...]tscher Elektrotechniker[1]) besprechen. [...]e lauten:

§ 1. Die Vorschriften treten am 1. Oktober 1927 in [...].

§ 2. Die Vorschriften der §§ 3 bis 7 beziehen sich [...]l auf neues als auf im Apparat angeliefertes Öl. Die [...]hriften der §§ 8 bis 10 beziehen sich lediglich auf [...] Öl, die Vorschrift des § 11 bezieht sich auf ein dem [...]etriebe befindlichen Transformator oder Apparat ent[...]nenes Öl.

[...]Unter neuem Öl (§§ 8, 9, 10) ist ein Öl zu verstehen, [...]s im Kesselwagen oder Eisenfässern von der Raffi[...] angeliefert wird. Die Anlieferung darf nicht in Holz[...]n erfolgen.

§ 3. Die Vorschriften beziehen sich nur auf Erdöle, die [...]ich als Raffinate geliefert werden müssen.

§ 4. Das spezifische Gewicht darf nicht mehr als 0,92 [...]0 °C betragen.

[...]Bei Transformatoren und Schaltern, deren Kessel von [...]Außenluft umspült werden und die keine besondere [...]orrichtung haben, soll Öl verwendet werden, dessen [...]fisches Gewicht nicht mehr als 0,895 bei 20 C beträgt.

§ 5. Die Viskosität, bezogen auf Wasser von 20 °C, [...]bei einer Temperatur von 20 °C nicht über 8 ° Engler [...].

§ 6. Der Flammpunkt, nach Marcusson im offenen [...]l bestimmt, darf nicht unter 145 °C liegen (s. jedoch [...]ahmefall in § 7).

§ 7. Der Stockpunkt des Öles darf nicht höher als [...]°C sein, bei Schaltern, deren Kessel von der Außenluft [...]ült werden und die keine besondere Heizvorrichtung [...], darf der Stockpunkt des zu verwendenden Öles nicht [...] als —40 °C sein. Der Flammpunkt eines solchen [...]darf nicht unter 120 °C liegen.

§ [...]. a) Das neue Öl muß bei 20 °C vollkommen klar sein; es muß frei sein von Mineralsäure.
b) Der Gehalt an organischer Säure darf höchstens 0,05, berechnet als Säurezahl, betragen.
c) Der Gehalt an Asche darf 0,01 vH nicht übersteigen.

§ 9. Das neue Öl muß praktisch frei von mechanischen [...]engungen sein.

§ 10. a) Die Verteerungszahl des neuen ungekochten Öles darf 0,1 vH nicht überschreiten.
b) Das neue ungekochte Öl soll nach 70-stündiger Erhitzung auf 120 °C unter Einleiten von Sauerstoff folgende Bedingungen erfüllen:
1. Es soll nach dem Erkalten vollkommen klar sein.
2. Es darf keinen benzinunlöslichen Schlamm enthalten.
3. Es dürfen beim Erhitzen mit der alkoholisch-wässerigen Natronlauge keine asphaltartigen Ausscheidungen entstehen.

§ 11. Die elektrische Festigkeit des dem im Betrieb befindlichen Transformator oder Apparat entnommenen Öles soll, gemessen nach den Prüfvorschriften, im Mittel 80 kV/cm nicht unterschreiten. Ist die elektrische Festigkeit geringer, so muß das Öl gereinigt oder erneuert werden. Die elektrische Festigkeit des gekochten oder zum Einfüllen vorbereiteten Öles soll 125 kV/cm nicht unterschreiten.

Ergibt das Erhitzen des Öles im Reagenzglase auf rd. 150 °C das Vorhandensein von Wasser durch knackendes Geräusch, so erübrigt sich die Untersuchung der elektrischen Festigkeit, und das Öl muß getrocknet werden.

Zu diesen Vorschriften ist zu bemerken:

Die Vorschrift § 2 ist sehr wichtig, da sich bei dem Trockenverfahren, das die Transformatoren und Schalter durchmachen müssen, Veränderungen nie ganz vermeiden lassen. Insbesondere spielt dies bei der Bestimmung der Verteerungszahl (§ 10) eine Rolle. Anderseits ist es wichtig, daß sich die Vorschriften über die Durchschlagfestigkeit (§ 11) nur auf den gebrauchfertigen Transformator oder Apparat beziehen. Beim Befördern und Umfüllen des Öles läßt es sich nicht immer vermeiden, daß es mit feuchter Luft in Berührung kommt und Wasser anzieht. Da sich jedes Öl, das den Liefervorschriften entspricht, durch Trocknung auf die notwendige Durchschlagfestigkeit bringen läßt, erübrigt sich eine Vorschrift über die Durchschlagfestigkeit des von der Raffinerie angelieferten Öles.

Zu § 3. Die heute verwandten Öle werden ausschließlich aus Erdöl hergestellt. Zu § 4. Bei Freiluftschaltern und Transformatoren darf etwa gebildetes Eis nicht in oder auf dem Öl schwimmen, da sonst Überschläge entstehen können. Niedriges spezifisches Gewicht ist auch aus Wirtschaftlichkeitsgründen günstig, da von einem Öl mit niedrigem spezifischen Gewicht der Gewichtsmenge nach weniger gebraucht wird. Zu § 5. Je dünnflüssiger ein Öl ist, desto schneller kann es umlaufen und so die Wärme ableiten. Bei Schaltern ist Dünnflüssigkeit zur schnellen Ablöschung des Lichtbogens notwendig.

Zu § 6. Ein Flammpunkt von 145 ° (und von 120 ° in dem einen erwähnten Falle) ist für die Betriebsicherheit völlig ausreichend. § 7. Die Herstellung von Ölen mit dem Stockpunkt —40 ° läßt sich bei vielen Ölarten nur bei einem niedrigeren Flammpunkt als 145 ° erreichen. Aus diesem Grunde ist für solche Öle ein Flammpunkt von 120° zugelassen worden. Zu § 8 und 9. Ein gut raffiniertes und in einem sauberen Kesselwagen oder Eisenfaß versandtes Öl ist klar und frei von mechanischen Verunreinigungen. Die angegebene Säurezahl von 0,05 wird von guten Ölen ohne weiteres erfüllt.

Zu § 10. Die Prüfung auf Schlamm hat den Zweck, Öle, die stark zur Schlammbildung neigen, vom Gebrauch auszuschließen. Ebenso werden durch die Forderung, daß sich beim Behandeln mit der Kißlingschen Lauge keine Ausscheidungen bilden dürfen, Öle, die nicht ausreichend raffiniert sind, vom Gebrauch ausgeschlossen. Zu § 11. Die Durchschlagfestigkeit ist gegenüber den früheren Vorschriften erhöht worden. Die Durchschlagfestigkeit darf

[1]) Die neuen Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle [...]mit Genehmigung der Geschäftstelle des Verbandes Deutscher [...]otechniker bereits in diesem Aufsatze wiedergegeben. Vergl. [...]d. 48 (1927) S. 473 und S. 858.

nur an dem dem gebrauchfertigen Transformator oder Apparat entnommenen oder gekochten oder zum Einfüllen vorbereiteten Öl bestimmt werden. Wegen der Ausführung der Prüfungen muß auf die Prüfvorschriften des VDE verwiesen werden[2]).

Die Transformatoren- und Schalteröle verändern sich schon bei dem notwendigen Trockenverfahren, so daß, wie bei der Verteerungszahl bereits ausgeführt wurde, von dem im gebrauchfertigen Transformator oder Apparat befindlichen Öle nicht mehr dieselben Eigenschaften wie von neuem Öl verlangt werden können. Es dürfte sehr schwer sein, zu allgemein anerkannten Vorschriften über die Beschaffenheit dieser Öle zu kommen, da die Eigenschaften bei der verschiedenartigen Behandlung, der sie ausgesetzt sind, stark schwanken. Als Angaben, die das Öl eines unter normalen Umständen getrockneten Transformators oder Apparates aufweisen soll, können etwa gelten: Säurezahl unter 0,2, Teerzahl (Kißling) unter 0,2. Unter schwierigen Umständen, wenn z. B. der Transformator am Aufstellungsort getrocknet wird, oder bei manchen Sonderkonstruktionen lassen sich aber diese Zahlen nicht einhalten.

Im Gebrauch verändern sich die Öle. Der Verderber ist der Sauerstoff, mehrere der im Transformator oder Apparat vorhandenen Werkstoffe üben beschleunigende Wirkung aus; in erster Linie sind das die Metalle Kupfer und Eisen. Auch das elektrische Feld scheint nach Versuchen von Andersen unter Umständen einen Einfluß auf das Öl auszuüben.

Auf die Theorien über die Oxydationsvorgänge soll hier nicht eingegangen werden; wir wissen nur sehr wenig darüber, was für chemische Vorgänge sich bei der Verschlechterung der Öle abspielen. Für denjenigen, der sich damit näher beschäftigen will, sei insbesondere auf die wertvollen Arbeiten von Frank verwiesen[3]).

Als wichtige Schutzmaßnahme für die Erhaltung des Öles ist bei Transformatoren die Anbringung eines Ausdehnungsgefäßes anzusehen, wodurch die unmittelbare Berührung des heißen Öles mit der Luft vermieden wird.

Daneben wird durch Anstrich und Bebändern der Metalle und andre Maßnahmen, wie das Einleiten von Stickstoff in das Öl, eine Verlängerung der Lebensdauer der Öle erreicht. Aber trotz aller Schutzmaßnahmen lassen sich die Veränderungen der Öle niemals ganz verhindern, und das Öl wird im Laufe der Jahre so schlecht, daß es ausgewechselt werden muß. Am einfachsten läßt sich die Notwendigkeit der Auswechslung des Öles an der Säurezahl erkennen; Öle in im Betriebe befindlichen Transformatoren und Schaltern sollten bei Überschreitung der Säurezahl von 1,4 nicht mehr weiter verwendet werden; wenn der Transformator oder Apparat aus irgendeinem Grunde außer Betrieb gesetzt ist, sollte man das Öl schon bei der Säurezahl über 1 erneuern. Die physikalischen Eigenschaften: Zähflüssigkeit, spezifisches Gewicht, Flammpunkt, Stockpunkt, verändern sich im Gebrauche nicht sehr stark (allenfalls kann dies noch bei der Zähigkeit der Fall sein), so daß, wenn die Sicherheit besteht, daß kein ungeeignetes Öl nachgefüllt worden ist, auf die Prüfung dieser Eigenschaften zur Beurteilung der weiteren Brauchbarkeit des Öles, solange die Säurezahl nicht zu hoch geworden ist, verzichtet werden kann.

Die Teerzahl — die Verteerungszahl darf selbstverständlich von gebrauchtem Öl überhaupt nicht bestimmt werden — hat deshalb nicht viel Wert zur Beurteilung eines gebrauchten Öles, weil sich fast regelmäßig Schlammstoffe aus der Kißlingschen Lauge ausscheiden und dadurch die Veränderungsstoffe nicht vollständig erfaßt werden.

Die von Baum[4]) und Baader vorgeschlagene Schwefelsäureprüfung muß nach den im chemischen Laboratorium der AEG-Transformatorenfabrik angestellten Versuchen als zur Beurteilung der Brauchbarkeit von Ölen (auch neuen) ungeeignet bezeichnet werden.

Einerseits hat es sich gezeigt, daß gerade die Öle, die neu die geringste oder gar keine Schwefelsäurereaktion zeigten, während des Gebrauches am meisten schwefelsäurelösliche Stoffe bildeten, anderseits gibt es Öle, die sich im Gebrauche sehr gut bewährt haben, die aber neu stark mit Schwefelsäure reagieren. Tatsächlich niemals alle schwefelsäurelöslichen Stoffe bei der reitung eines Öles zu Isolieröl aus dem Öl entfern den, die Menge dieser Stoffe ist aber je nach Urspru Öles sehr verschieden[5]).

Natürlich ist neben der Säurezahl die Bestim der Durchschlagfestigkeit des Öles wichtig; insofern aber dabei der Grad der Veränderung des Öles keine als auch sehr weitgehend veränderte Öle, wenn sie fältig von mechanischen Verunreinigungen befreit u trocknet werden, gute Durchschlagfestigkeiten aufwe

Die unbrauchbaren Transformatoren- und Scha können wieder aufbereitet werden. Es scheint ang an dieser Stelle klarzustellen, was man eigentlich einer „Wiederaufbereitung“ von Ölen zu verstehen

Bei der Aufbereitung (Raffinierung) eines R wird das Öl durch chemische oder adsorptive Mitt ihm die gelösten schädlichen Stoffe entziehen, fü jeweiligen Verwendungszweck gebrauchfertig ge Bei einem Isolieröl kommt es vor allem dabei dara es gegen Oxydation beständig zu machen, um e Versäuerung und Verschlammung zu schützen. durch sorgfältigstes einfaches Filtern oder Schle könnte dies nicht erreicht werden. Gelöste Stoffe sich auf diese Weise — wenigstens im Betriebe beim wissenschaftlichen Kleinversuch ist dies tei möglich — ausscheiden. Man muß das Öl mit Säur Lauge (chemisch) oder mit Bleicherde (adsorptiv handeln.

Ist ein Isolieröl längere Zeit im Gebrauch, so auch seine Neigung zur Versäuerung und Schlammbi Durch Filtern oder Schleudern kann man ein solch wohl von Schmutz, Schlamm und auch von suspend Wasser befreien (beim Filtern auch durch die adso Wirkung des Filterpapieres für Wasser von ge Feuchtigkeit), nie aber kann man auf diese Weis Säurezahl herabsetzen oder gar eine Erhöhung diese bei weiterem Betriebe verhindern. Und ebenso setzt die Schlammbildung in gleicher Stärke wie vorhe Schleudern und Filtern allein sind also lediglich gungs- und Trocknungsarten, die die chemischen schaften der Öle in keiner Weise verändern. Es is irreführend, wenn sie zur Wiederaufbereitung von empfohlen werden.

Von einer Wiederaufbereitung von Altölen kan dann gesprochen werden, wenn sie auch chemisch neuwertig gemacht werden. Und das ist nur mit de chen Mitteln wie bei der Aufbereitung von R möglich.

Eine genauere Beschreibung der Verfahren würd zu weit führen, deshalb seien nur einige kurze An über die Art und Wirkung der verschi nen, praktisch ausgeführten Verfa gemacht. Das Bleicherdeverfahren eignet sich vo weise nur für noch nicht weitgehend veränderte Öle stark sauren Ölen werden, um ein einigermaßen freies wiederaufbereitetes Öl zu erhalten, sehr Bleicherdemengen gebraucht. Abgesehen davon ist d gebnis nur in seltenen Fällen befriedigend, die Öle noch zu stark zu Veränderungen.

Erheblich wirksamer ist die Raffination mit Sch säure und darauffolgender Behandlung mit Bleicherde. bei stark sauren Ölen lassen sich damit gute Erfol reichen; allerdings sei nicht verschwiegen, daß es Öle gibt, bei denen so große Schwefelsäuremenge wendig sind, daß das wiederaufbereitete Öl Übe rungserscheinungen zeigt, d. h. bei der Oxydatio säuert oder verschlammt. Am sichersten und ein freisten ist die zufriedenstellende Reinigung de brauchten Öle mit Lauge, Schwefelsäure und Bleic zu erreichen; es hat sich in der Anlage der AEG-T formatorenfabrik gezeigt, daß sich alle aus Erdöl stellten Öle gut reinigen ließen. Auch bei Ölen, d Teeröl vermischt waren, war das Ergebnis nicht sc

[2]) ETZ a. a. O.
[3]) „Petroleum“ Bd. 17 (1922) S. 568; „Braunkohle“ Bd. 23 (1924) Heft 27.
[4]) Z. f. angew. Chemie Bd. 39 (1926) S. 474.
[5]) „Erdöl und Teer“ Bd. 2 (1926) S. 451, 731.
[6]) ETZ Bd. 45 (1924) S. 1052; „Petroleum“ Bd. 19 (1924) S. 1428

liegt natürlich die Verteerungszahl, entsprechend eringeren Beständigkeit der Teeröle höher[7]).
ie Anforderungen, die an wiederaufbereitete Öle gewerden müssen, sind naturgemäß etwas geringer, als euem Öl, weil sich bei den verhältnismäßig geringen en von wechselnder Beschaffenheit nicht die Gleichkeit wie bei den großen Mengen gleichbleibenden den Mineralraffinerien erreichen läßt. Es können de Zahlen gelten: Säurezahl unter 0,1, Aschegehalt 0,05 vH, Verteerungszahl unter 0,2 vH.
ine Säurezahl von 0,2 und eine Verteerungszahl von d aber auch noch ausreichend; es gibt noch Öle aus geigneten Rohstoffen, die sich entweder gar nicht ur unter sehr großen Verlusten auf eine niedrigere erungszahl bringen lassen.
abelisolieröle sind meist reine Mineralöle solche in Mischung mit Harzen oder ähnlichen Stof- Die Öle entsprechen im allgemeinen in ihren Eigenen den Zylinderölen, insbesondere den Heißdampflerölen. Bei ihren elektrischen Eigenschaften kommt enso sehr auf die elektrische Leitfähigkeit und die trischen Verluste, als auf die Durchschlagfestigkeit an. ie Leitfähigkeit von Kabelisolierröhren hat Sche-[8]) untersucht. Betreffs des von ihm verwandten erätes muß auf die Veröffentlichungen verwiesen n. Auch Holde[9]) macht nähere Angaben über die higkeit und ihre Messung. Die dielektrischen Verhat Dr. K. W. Birnbaum[10]) eingehend bearbeitet[11]). llgemein anerkannte Lieferbedingungen für Kabelröle bestehen noch nicht. Derartige Öle werden auch Füllung verschiedener Sorten von Isolatoren ver-. Mehr über diese Öle zu sagen, erübrigt sich, weil nur als Füllstoffe für Kabel und Isolatoren, als ändige Werkstoffe aber dem Verbraucher selbst nie ert werden.

Öle als Schmiermittel

ie Turbinenöle werden durchaus nicht ausßlich in der Elektrotechnik benutzt; da aber ihre endung in Turbinen zur Erzeugung von elektri- Strom sehr groß ist, müssen doch einige Worte dargesagt werden. Die Schmierung neuzeitlicher Dampfnen ist eine Umlaufschmierung, das Öl ist in seinem laufe dem Einfluß von Luft und Dampf ausgesetzt, s zeigen sich im Gebrauch ähnliche Veränderungseinungen wie bei Transformatoren- und Schalter-). In den Richtlinien für den Einkauf und die Prü- von Schmiermitteln[13]) sind für Dampfturbinenöle de Bedingungen angegeben:

pez. Gewicht bei 20° nicht über 0,930,
'lammpunkt nicht unter 180 °C,
tockpunkt nicht über + 5° (im Winter 0 bis — 5 °C zu empfehlen),
'iskosität bei 50 °C 2,5 bis 4,0 (Getriebeturbinen 6 bis 8),
äurezahl nicht über 0,2,
sphaltgehalt 0,
'erteerungszahl nicht über 0,3 vH,
schengehalt höchstens 0,01 vH,
mulgierungsprobe: darf nicht emulgieren,
ehalt an pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten: muß völlig reines unvermischtes Raffinat sein,
ehalt an mechanischen Beimengungen usw.: muß völlig frei von mechanischen Beimengungen jeder Art und bei 20 °C völlig klar sein.

Zum spezifischen Gewicht, Flammpunkt und Stockpunkt ist nichts zu sagen; bei Getriebeturbinen wird deshalb ein Öl von hoher Zähigkeit verwendet, weil die normalen Turbinenöle für die in den Zahnradübersetzungen auftretenden hohen Drücke zu dünnflüssig sind. Sonst haben dünnflüssigere Öle gegenüber zähflüssigeren den Vorteil, daß das Wasser sich schneller aus dem Öl ausscheidet und auch geringere Reibungsverluste entstehen. Die Säurezahl muß bei Turbinenöl niedrig sein, auch darf das Öl keinen Hartasphaltgehalt haben. Die Bestimmung der Verteerungszahl hat den Zweck, festzustellen, ob das Öl die notwendige Widerstandfähigkeit hat, sie wird in gleicher Weise ausgeführt, wie bei Transformatoren- und Schalterölen. Bei der Bestimmung des Aschengehaltes ist es zu empfehlen, den kohligen Rückstand, den man nach dem Abschwelen des Öles erhält, stets mit destilliertem Wasser auszuziehen, bevor verascht wird, damit ein etwaiger Natronseifengehalt, der bei schlechtem Auswaschen bei der Raffination im Öl verbleiben kann, mit Sicherheit erkannt wird.

Außerordentlich wichtig ist die Emulgierungsprüfung, da im Betrieb Öle, die sich nicht glatt vom Wasser trennen, zu Störungen Anlaß geben. Ein gutes Öl soll sich glatt vom Wasser trennen, höchstens ein dünnes Häutchen an der Trennungsfläche zeigen. Die Ausführung der Emulgierungsprüfung ist in den Richtlinien beschrieben. Ein Dampfturbinenöl darf nicht mit pflanzlichen oder tierischen Ölen und Fetten versetzt und muß frei von mechanischen Beimengungen sein.

Wie schon oben gesagt, verschlechtern sich die Turbinenöle im Gebrauch. Viskosität, Säure und Teerzahl nehmen zu, und das Öl neigt zum Emulgieren (Vermilchen) infolge Bildung von Seifen. Über die zulässige Veränderung des Öles hinsichtlich Zähigkeit, Säurezahl, Teerzahl, Aschengehalt usw. scheinen bisher wenig nähere Feststellungen gemacht worden zu sein; das Öl muß ausgewechselt werden, wenn seine Emulgierungsneigung zu groß wird.

Auch in den Turbinen werden große Mengen von Ölen unbrauchbar, so daß auch hier die Frage der Wiederaufbereitung der gebrauchten Öle sehr wichtig ist. Bei gebrauchten Turbinenölen dürfte sich in noch weniger Fällen als bei Transformatoren- und Schalterölen mit Bleicherde allein eine befriedigende Reinigung erreichen lassen, da es hier besonders wichtig ist, daß das wieder aufbereitete Öl völlig seifenfrei ist, damit es nicht vermilcht. Zumindest sollte man, wenn man schon gebrauchtes Turbinenöl nur mit Bleicherde behandeln will, aktivierte Erden, die eine schwach saure Reaktion zeigen, verwenden, damit die Neubildung von Seifen mit Sicherheit vermieden wird.

Mittels eines regelrechten Raffinationsverfahrens ist es aber möglich, gebrauchtes Turbinenöl wieder so zu reinigen, daß es wieder höchsten Anforderungen entspricht. Die praktischen Erfahrungen in der Wiederaufbereitungsanlage der AEG-Transformatorenfabrik haben gezeigt, daß bei sorgfältigem Arbeiten keinerlei Schwierigkeiten bestehen, aus einem gebrauchten Turbinenöl wieder ein Öl, das nicht vermilcht und gute Verteerungszahl zeigt, herzustellen. Bisher sind anscheinend noch verhältnismäßig selten unbrauchbar gewordene Turbinenöle wieder aufbereitet worden; es können bestimmt durch die Aufbereitung wesentliche Ersparnisse erreicht werden.

Die Prüfung der wieder aufbereiteten Turbinenöle muß sich auf Säurezahl, Verteerungszahl und Emulgierungsprüfung erstrecken. Es können im allgemeinen von einem wiederaufbereiteten Turbinenöl dieselben Werte und Eigenschaften, wie sie bei neuem Öl angeführt worden sind, verlangt werden.

Elektromotoren- und Dynamoöle. Bei Elektromotoren und Dynamomaschinen sind oft schnelllaufende dabei stark belastete Lager zu schmieren. Für ganz besonders sorgfältige Schmierung der Lager ist deshalb Sorge zu tragen, weil durch Abnutzung der Lager eine Senkung der Welle und damit des Ankers eintritt. Dadurch kann es vorkommen, daß der Anker oder das Polrad in der Bohrung des ruhenden Maschinengestelles schleift und sehr kostspielige Ausbesserungen erforderlich werden.

Aus dem Schrifttum über die Wiederaufbereitung sei genannt: eyden und Typke, „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 25 (1926) S. 149; 1927) S. 319; „Erdöl und Teer“ Bd. 1 (1925) Heft 28, Bd. 2 (1926) Z. Bd. 70 (1926) S. 401; Typke, „Seifensiederzeitung“ Bd. 53 (1926) f., „Erdöl und Teer“ Bd. 3 (1927) S. 282 u. f.; Evers „Z. f. angew. “ Bd. 38 (1925) S. 661; Wischin, „Allgemeine Oel- und Fett-Ztg.“ 1926) S. 487, 512; Z. Bd. 71 (1927) S. 102; „Chem. Ztg.“ Bd. 51 (1927) Baum, „Allg. Oel- und Fett-Zeitung“ Bd. 24 (1927) S. 108; Hana, izitätswirtschaft“ Bd. 25 (1926) S. 251, Bd. 26 (1927) S. 321; Horn- „Seifensiederzeitung“ Bd. 53 (1926) S. 910; Schendell, „Elekwirtschaft“ Bd. 26 (1927) S. 327; Förster, „Elektrizitätswirt- Bd. 26 (1927) S. 318 u. a.
Z. f. Instrumentenkunde Bd. 40 (1920) S. 124; Schering, Die toffe, Berlin 1924, S. 369; Vergl. auch Eichwald, Mineralöle, n 1925, S. 137.
) Holde, Kohlenwasserstofföle und Fette, 6. Aufl., Berlin 1924, f. [10]) ETZ Bd. 45 (1924) S. 229.
Als weiteres Schrifttum über Kabelisolieröle seien genannt: eaver, Insulated electric cables, und W. A. Delmar, Electric
[12]) Frank a. a. O. [13]) 4. Aufl., Düsseldorf, Verlag Stahleisen.

Die in den Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmierölen (4. Aufl.) für diese Öle angegebenen Bedingungen sind:

Art: Raffinat oder Destillat

Spez. Gewicht bei 20° . .	unter 0,950 bei schwer belasteten Lagern unter 0,965
Flammpunkt	nicht unter 160°
Stockpunkt	+ 5, im Winter mindestens — 5°C
Viskosität	2,5 bis 6 bei 50°C, bei schwerbelasteten Lagern höher
Säurezahl	Raffinate: nicht über 0,14 Destillate: nicht über 0,5
Asphaltgehalt	Raffinate: 0 Destillate: nicht über 0,05 vH Hartasphalt
Wassergehalt	nicht über 0,05 vH
Aschengehalt	nicht über 0,01 vH

Gehalt an Braun- und Steinkohlenteerölen 0.

Die Anforderungen sind also hinsichtlich Säurezahl, Asphalt- und Aschengehalt schärfer, als die an gewöhnliche Lagerschmieröle gestellten. Dies hat seine vollständige Berechtigung in der Art der Beanspruchung der Öle. Insbesondere trifft dies für die Lagerkonstruktionen zu, in denen das Öl sehr lange verbleibt, ehe es erneuert wird. Auf die Art der Lagerkonstruktionen und die dadurch bedingten feineren Unterschiede in der Ölverwendung einzugehen, würde hier zu weit führen.

Z ä h l e r ö l e. Ein Anwendungsgebiet, in dem zwar keine großen Ölmengen gebraucht werden, das aber trotzdem in seiner Wichtigkeit nicht unterschätzt werden darf, ist das der Zähleröle[14]). Es besteht das Problem, bei den Elektrizitäts-Motorzählern die senkrecht stehende Achse so zu schmieren, daß nicht nur durch Verminderung der Lagerreibung bei gleichbleibender Belastung ein gleichmäßiger Gang des Zählers gewährleistet wird, sondern auch bei verschiedenen Drehmomenten die Proportionalität zwischen Stromleistung und Umdrehungsgeschwindigkeit praktisch nicht beeinflußt wird. Die Elektrizitäts-Motorzähler haben zwei Lager (Ober- und Unterlager) zur Aufnahme des umlaufenden Ankers, dessen Umdrehungen auf das Zählwerk übertragen werden. Der genaue Gang des Zählers hängt im wesentlichen von der einwandfreien Beschaffenheit der Lager, insbesondere des Unterlagers, ab. Bei manchen Zählern laufen die Lager trocken, bei andern werden die reibenden Teile mit Vaselin eingefettet, oder mit einem Ölhauch überzogen. Außerdem gibt es Konstruktionen, bei denen die reibenden Teile in einem Ölbade laufen; zu diesen gehören die AEG-Zähler. Bei dem AEG-Zähler enthält das Unterlager einen Saphir, auf dem eine Kugel aus härtestem Stahl läuft. Zw Stein und Stahlkugel befindet sich stets ein Ölfi verhindert, daß unmittelbar Stein auf Stahl reibt.

Nach den von Holde und Schachenmaier ange Versuchen darf die Viskosität des Öles sich währe ganzen Betriebsdauer nur innerhalb solcher Gren wegen, daß keine unzulässige Änderung der Umdre geschwindigkeit eintritt; die Zähigkeit von 20 graden darf bei keiner Gebrauchstemperatur über ten werden. Über die zulässige Verdampfbarke Verharzung des Öles ist noch nichts Näheres bekan fetten Ölen läßt sich die Gefahr des Ranzigw während der langen Betriebsdauer nicht immer ge ausschalten. Die bisherigen Erfahrungen spreche für Mineralöle. Die Öle dürfen selbstverständlich Stoffe, die die Lager angreifen könnten, wie freie Hartasphalt, mechanische Verunreinigungen, ent Wesentlichen Einfluß auf die Brauchbarkeit eines öles haben die Oberflächen-Spannungsverhältnisse. seits muß Lagerzapfen (Stahlkugel) und Lage (Saphir) gut benetzt sein, anderseits darf das Ö die Neigung haben, wegen zu geringer Oberfläche nung zwischen Lagermetall oder Achsmetall au Lager zu kriechen. Ob hier durch geeignete Öla allein alle Forderungen erfüllt werden können außerdem entsprechende Konstruktionswerkstoffe wählt werden müssen, bleibe dahingestellt.

Schlußbetrachtung

Der Rahmen dieses Aufsatzes erlaubt nur Überblick aber keine erschöpfende Behandlung de fes zu geben. Darum sei noch kurz ein Ausblick noch zu leistenden Arbeiten gestattet. Das I. E. C bemüht, für Transformatoren- und Schalteröle zu national anerkannten Prüfbedingungen zu kommen Hinsicht auf den Überseehandel wäre dies sehr erw obschon ein Öl, das den neuesten Prüfbedingung VDE entspricht, bereits ziemlich das beste darstel man in Transformatoren und Schalter füllen kann. so dürften die Prüfbedingungen für Schmieröle, ins dere Turbinenöle, durchaus den Bedürfnissen des bes entsprechen.

Was aber, besonders im Hinblick auf Deutsc Notlage, unbedingt weiter ausgebaut werden muß, Art, wie man die verbrauchten Isolier- und Schm immer wieder erneuert dem Betriebe zuführen kan uns so vom Auslande wieder etwas unabhängig machen. Was der wirklichen Wiederaufbereitung hemmend im Wege steht, sind die hohen Fracht Nur mehrere über ganz Deutschland verteilte A könnten hier Abhilfe schaffen. [B 7

[14]) H o l d e und S c h a c h e n m a i e r „Petroleum" Bd. 21 (1926) S. 161.

[15]) International Electric Comittee.

Versuche mit der Maier-Schiffsform

In der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt hat man eingehende Versuche mit der sogenannten Maier-Schiffsform durchgeführt. Diese Schiffsform ist vor etwa 20 Jahren von dem österreichischen Ingenieur M a i e r, Wien, durchgebildet worden; sie zeichnet sich durch eine besondere Form der Spantquerschnitte im Vor- und Hinterschiff aus, die so gestaltet sind, daß die Schwerpunkte der halben Spantflächen auf einer möglichst flach gekrümmten Linie liegen. Dabei ist besonders der untere Teil des Spantquerschnittes dreieckförmig weggeschnitten. Hierdurch ergibt sich eine Verkürzung des Weges des am Schiffskörper entlangströmenden Wassers und im Zusammenhang damit eine Verringerung der Reibung und der Wirbelbildung.

Bei eingehenden Versuchen in der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt, die im Auftrage der Deutschen Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. durchgeführt wurden, ergab sich für einen Fischdampfer mit 573 m³ Wasserverdrängung und 10 Kn Geschwindigkeit eine Verringerung der Antriebleistung um 19 vH. Bei einem kleinen Fahrgastschiff von etwa 300 t Verdrängung und 22 Kn Geschwindigkeit wurde die Antriebleistung um 25 vH verringert. Ein kleiner Frachtdampfer von etwa 4500 t Verdrängung und 10 Kn Geschwindigkeit sowie ein großer Frachtdampfe 18 300 t Verdrängung und 14 Kn Geschwindigkeit Ersparnisse von 16,67 und 15,5 vH. Bei einem Schnelldampfer von 16 500 t Verdrängung und 27 K schwindigkeit wurde bei den Versuchen eine Verrin der Antriebleistung um 11 vH festgestellt.

Die Vergleichschiffe hatten in allen Fällen gute n Form. Mit der neuen Schiffsform wurden weite suche im Wellengang gemacht, wobei sich zeigte, d Maier-Schiffsform im Vergleich zu Modellen mit no Form wesentlich ruhiger lag und bei hoher Geschw keit kein Wasser auf das Vorschiff nahm.

Die Deutsche Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. sichtigt, die im Bau befindlichen Schiffe dieser Form mit Maschinenanlagen der Bauart Bauer-Wa treiben zu lassen, bei der der Abdampf der Kolbenmas in angehängte Abdampfturbinen geleitet wird. D gebnisse der bisherigen Erfahrungen mit diesen Mas anlagen haben gezeigt, daß sich durch die Verwendu Abdampfes und der Abdampfturbine bei gleichem stoffverbrauch eine Erhöhung der Leistung der Ma um 25 vH erzielen läßt und daß bei gleichbleibende stung eine Verringerung des Brennstoffverbrauch 20 vH möglich ist. [N 819]

Wärmeschutz durch Aluminiumfolie

Von Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmidt, Danzig-Langfuhr

Es wird ein neues Wärmeisolierverfahren, die „Alfol"-Isolierung beschrieben, bei dem dünne Aluminiumfolie mit Luftzwischenräumen in mehrfachen Lagen um den zu isolierenden Körper angeordnet ist. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß auf diese Weise wesentlich günstigere Wärmeleitzahlen erreicht werden als mit irgend einem bisher bekannten Verfahren. Zusätzliche Wärmeverluste durch Wärmespeicherung bei unterbrochenem Betriebe treten fast nicht auf, da das Gewicht sehr gering ist. Praktische Ausführungen beweisen die hohe Wirtschaftlichkeit der neuen Isolierung

oretische und experimentelle Unterlagen für den Wärmedurchgang durch Luftschichten

ie Wirkungsweise fast aller Wärmeschutzstoffe beruht auf dem geringen Wärmeleitvermögen der in ihren Poren enthaltenen Luft. Alle dichten Körper sind verhältnismäßig gute Wärmeleiter; nimmt im allgemeinen die Güte eines Isolierstoffes achsendem Porenvolumen, also mit abnehmendem gewicht zu. Die Wärmeleitzahl der ruhenden Luft, t wachsender Temperatur ansteigt, vergl. Zahlen-, ist aber die von keinem andern Isolierstoff erare untere Grenze der Isolierwirkung. Durch bee Maßnahmen läßt sich allerdings die Wärmeleituhender Luft noch unterschreiten, z. B. in weitl luftverdünnten Hohlräumen mit spiegelnden Wänler bei feinen Pulvern, deren Poren mit verdünnter efüllt sind. Der erste Gedanke ist bei der Thermose verwirklicht, der zweite, von Smoluchowski ırende, hat bisher keine technische Verwertung len[1])[2]).

Zahlentafel 1

Wärmeleitzahl der ruhenden Luft

eratur °C	0	100	200	300	400	500
leitzahl al/m h °C	0,0204	0,0259	0,0314	0,0361	0,0412	0,0453

her Luftgehalt und damit niedriges Raumgewicht ch am einfachsten durch große Poren erreichen och leichter durch Auflösung des Isolierstoffes in Anzahl von Luftschichten, die nur von dünnen ewänden begrenzt sind. Es zeigt sich aber, daß achsender Porengröße und zunehmendem Abstand cheidewände die Wärmeübertragung nicht allein reine Wärmeleitung, sondern in wachsendem Maße Luftbewegung oder Konvektion und durch Wärmeıng erfolgt.

folgenden soll der zahlenmäßige Einfluß von tion und Strahlung untersucht werden. Die wirkWärmeleitzahl der ruhenden Luft sei λ. Die leitzahl, die ein den Hohlraum ausfüllender fester haben müßte, um ebenso viel Wärme fortzuwie durch Konvektion allein, also ohne Mitrechnung ärmeleitung der ruhenden Luft übertragen wird, In Wirklichkeit sind natürlich Wärmeleitung nvektion nicht so scharf getrennt; denn ohne diese nicht denkbar. Entsprechend sei λ_s die Wärme- eines den Hohlraum ausfüllenden festen Körpers, i gleicher Temperatur der Begrenzungsflächen viel Wärme überträgt wie die Strahlung.

e Summe dieser drei Wärmeleitzahlen ist die ame" Wärmeleitzahl λ_w einer Luftschicht:

$$\lambda_w = \lambda + \lambda_k + \lambda_s \quad \ldots \ldots \ldots (1).$$

rmeübertragung durch Konvektion

e Konvektion wird hervorgerufen durch den Genterschied der Luft an der kälteren und der ren Seite des Hohlraumes; sie ist am stärksten bei wagerechten Wärmeströmung sowie bei Wärmeng von unten nach oben und verschwindet ganz in ichten, die von oben nach unten von der Wärme trömt werden. Bei sehr dünnen Luftschichten — bis mm Schichtdicke — kann man die Konvektion verssigen, da die Zähigkeit der Luft die Ausbildung von Strömungsbewegungen noch verhindert, mit wachsender Schichtdicke nimmt aber ihr Anteil an der Wärmeübertragung zu. Über die Größe dieser Zunahme liegen leider nur wenige Versuche vor. Nusselt[3]) gibt an, daß in senkrechten ebenen Luftschichten die Wärmeleitzahl der ruhenden Luft durch Konvektion

um $\lambda_k = 0{,}015$ kcal/m h °C bei 1,5 cm Luftschichtdicke,
„ $\lambda_k = 0{,}050$ „ „ „ „ 4 bis 10 cm „

erhöht wird.

Die Genauigkeit der Messungen, auf die sich diese Angaben stützen, ist nicht groß, da die Strahlungszahlen der die Luftschicht begrenzenden Oberflächen nicht genau bekannt waren. Besonders die zweite Angabe einer konstanten Wärmeleitzahl für Schichten von 4 bis 10 cm ist nur als Kennzeichnung der Größenordnung aufzufassen; denn eine gleichbleibende Wärmeleitzahl bei zunehmender Dicke der Luftschicht würde bedeuten, daß die durch Konvektion ausgetauschte Wärmemenge ebenso wie die durch Leitung übertragene der Dicke umgekehrt proportional wäre, während im Gegenteil zu erwarten ist, daß die durch Konvektion übertragene Wärme nahezu konstant bleibt, also die scheinbare Wärmeleitzahl λ_k etwa der Dicke proportional ist.

Um diese Verhältnisse zu klären, habe ich zusammen mit E. Hildenbrand im Forschungsheim für Wärmeschutz Versuche an senkrechten Luftschichten von 16 und 8 cm Dicke vorgenommen, bei denen die Wärmeübertragung genau in ihre Bestandteile zerlegt werden konnte. Die Messungen wurden mit dem großen Versuchshäuschen[4]) des Forschungsheims an Luftschichten von 1 m Breite, 1,5 m Höhe und 16 cm Dicke bei Mitteltemperaturen von 12 bis 15° ausgeführt. Die Luftschichten waren von dünnen Sperrholzplatten begrenzt, die auf der Innenseite mit blanker Aluminiumfolie beklebt waren und von einem Bretterrahmen von 16 cm Höhe gehalten wurden. Beim zweiten Versuch wurden durch Einspannen einer Folienschicht in die Mitte des Luftraumes zwei nacheinander von der Wärme durchströmte Luftschichten von je 8 cm Dicke hergestellt. Die Luftschichten waren außerdem bei beiden Versuchen durch zwei wagerechte Trennwände aus dünnem Papier nochmals unterteilt, so daß drei übereinander liegende Räume von 1 m Breite und 0,5 m Höhe entstanden. Die Strahlungszahl der Aluminiumfolie wurde von mir zu 6 vH der Strahlung des schwarzen Körpers bestimmt. Daraus und aus den gemessenen Temperaturen der Folie wurde λ_s berechnet. Durch Messung wurde ferner unmittelbar die wirksame Wärmeleitzahl λ_w der

[1]) Vergl. M. v. Smoluchowski: „Über Wärmeleitung pulverförmiger Körper und ein hierauf gegründetes neues Wärme-Isolierungsverfahren". Bericht über den II. internationalen Kältekongreß Wien 1910, S. 166. [2]) Vergl. Osc. Knoblauch: „Wärmedurchgang durch poröse Körper in luftverdünntem Raume", Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, München 1925, Heft 6.

[3]) Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom V. d. I. Heft 63 S. 72.

[4]) Wegen der Einzelheiten der Versuchseinrichtung vergl. E. Schmidt und A. Großmann, Untersuchungen über den Wärmeschutz von Baukonstruktionen, Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, München 1924, Heft 4.

Zahlentafel 2

Wärmeleitzahlen von senkrechten, ebenen, von blanken Aluminiumfolien begrenzten Luftschichten

Dicke der Luftschicht . . . . cm	8 + 8	16
Temperatur der warmen Begrenzung . °C	18	23
„ „ kalten „ . „	3,3	6,7
Mittlere Temperatur der Lufträume . „	10,7	14,9
Wirksame Wärmeleitzahl λ_w kcal/m h °C	0,112	0,290
Scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung λ_s. „	0,0113	0,0228
Wahre Wärmeleitzahl der ruhenden Luft λ . . . . . . „	0,0210	0,0210
Scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion λ_k . . . . . „	0,080	0,246

Luftschicht bestimmt. Mit der bekannten Wärmeleitzahl λ der ruhenden Luft ergab sich aus Gleichung (1) die der reinen Konvektion entsprechende scheinbare Wärmeleitzahl λ_k. Die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Zahlen sind Mittelwerte aus je fünf Versuchen; die Genauigkeit beträgt etwa ± 2 vH. Die Strahlungszahl der Aluminiumfolie ist zwar nicht auf 2 vH genau, sie liegt aber sicher zwischen 5 und 7 vH der Strahlung des schwarzen Körpers; selbst weit größere Fehler sind auf das Endergebnis von geringem Einfluß, da der Konvektionsteil der Wärmeübertragung den Strahlungs- und Leitungsanteil weit übersteigt, vergl. Zahlentafel 2.

Ein weiterer Versuch wurde im Plattenapparat von Poensgen[5]) mit zwei wagerechten, hintereinander liegenden Luftschichten von 50 × 50 × 2,5 cm³ ausgeführt, die von unten nach oben von der Wärme durchströmt wurden. Dabei waren zwei Heizplatten und Schutzringe übereinander, durch eine Isolierplatte getrennt, angeordnet, die auf gleiche Temperatur gebracht wurden, so daß der Wärmestrom durch die obere und die untere Versuchsplatte je für sich gemessen werden konnte. Eine solche Anordnung wurde zuerst von J. S. Cammerer benutzt. Der Unterschied der Wärmeleitzahlen der oberen und der unteren Versuchsplatte ist dann unmittelbar λ_k, da in der unteren, senkrecht von oben nach unten von der Wärme durchströmten Platte keine Konvektion auftritt. Für 10° Mitteltemperatur und 2,5 cm Dicke der Luftschicht ergab sich $\lambda_k = 0{,}015$. Diese Zahl ist allerdings nur auf etwa ± 6 vH genau; es ist auch zu beachten, daß bei senkrechter Lage der Luftschichten der Wert vermutlich etwas kleiner ist.

In Abb. 1 sind Nußelts Messung bei 1,5 cm Schichtdicke und die von mir ermittelten Wärmeleitzahlen der Konvektion in Abhängigkeit von der Schichtdicke eingezeichnet.

Weitere Versuchsergebnisse liegen bisher nicht vor. Der Verlauf des ausgezogenen Teiles der Linie (5 bis 17 cm Dicke der Luftschicht) ist aber ziemlich gesichert, im Nullpunkt muß sie, wie theoretische Überlegungen ergeben, eine wagerechte Tangente haben. Zwischen 0,5 und 5 cm Luftschichtdicke ist der Verlauf noch unsicher und möglicherweise nicht so glatt, wie die gestrichelte Linie angibt.

Die Versuche lassen zweifelsfrei erkennen, daß λ_k mit steigender Dicke der Luftschicht stark zunimmt und sich nicht etwa einem konstanten Grenzwert von 0,06 nähert, wie es Nußelt angibt und wie es auch Hencky[6]) seinen Kurventafeln für die Berechnung des Wärmedurchganges durch senkrechte Luftschichten zugrundelegt. Bei 15 cm Dicke der Luftschicht ist z. B. auf Grund meiner Messungen der Konvektionsanteil etwa viermal so groß wie nach Hencky.

Bei Luftschichten zwischen wagerechten Zylinderschalen, wie sie bei der Isolierung von Rohrleitungen vorkommen, ist die Wirkung der Konvektion geringer, da auf einem Teil des Umfanges die Wärme nahezu von oben nach unten strömt. Nach meiner Schätzung dürfte man für solche Fälle etwa mit zwei Drittel der aus Abb. 1 ersichtlichen Werte rechnen.

Über den Einfluß der Temperatur auf den Konvektionsvorgang liegen keine Versuchsergebnisse vor. Begünstigend auf die Wärmeübertragung durch Konvektion wirkt die mit der Temperatur steigende Wärmeleitzahl und spezifische Wärme der Luft; hemmend dagegen die wachsende Zähigkeit und die geringere Dichte; denn mit abnehmender Dichte werden auch die wirksamen Auftriebkräfte bei dem gleichen Temperaturunterschied geringer. Da diese Einflüsse einander entgegenwirken, so wird die Wärmeübertragung durch Konvektion wohl nur wenig von der Temperatur beeinflußt.

Wärmeübertragung durch Strahlung

Die scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung λ_s hängt vom Stoff und der Oberflächenbeschaffenheit der Trennwände ab und wächst mit steigender Temperatur. Die Strahlung aller technisch in Frage kommenden nichtmetallischen Oberflächen, insbesondere von Papier, Holz,

[5]) Vergl. E. Poensgen, „Ein technisches Verfahren zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit plattenförmiger Stoffe". Z. Bd. 56 (1912) S. 1653.

[6]) K. Hencky, Die Wärmeverluste durch ebene Wände, München 1921, S. 122.

Abb. 1
Scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion in s... rechten Luftschichten in Abhängigkeit von ihrer D...

Gips, Quarz, Ton, Porzellan, Glas usw. liegt zw... 0,85 und 0,95 C_s, wobei C_s die Strahlungszahl des s... zen Körpers ist.

Niedrige Strahlungszahlen zwischen etwa 0,0... 0,15 C_s treten nur bei blanken Metalloberfläche... Durch Oxydüberzüge wächst die Strahlung der ... stark an und erreicht bei dickeren Oxydschichten ... 0,80 C_s. Die Strahlung der normalen Oxydhaut de... eisens beträgt z. B. etwa 0,80 C_s, die der Walzh... Flußeisens etwa 0,65 C_s. Auch durch Aufrauh... Oberfläche wird die Strahlung der Metalle erhöht: ... abgeschmirgeltes Eisenblech strahlt z. B. mit etwa ... abgedrehtes Gußeisen mit 0,44 C_s [7]). Eine besond... drige Strahlungszahl von 0,052 C_s, die nur von p... Kupfer und Silber mit 0,04 C_s unterschritten wird, ... bei poliertem Aluminium. Kupfer und Silber s... aber nicht nur des Preises wegen für wärmesch... nische Anwendungen aus, sondern auch, weil sie ... der Luft mit Oxyden oder Schwefelverbindunger... ziehen, die das Strahlungsvermögen im Laufe d... auf mehr als das Zehnfache erhöhen. Bei Alumini... zwar auch ein dünner Oxydüberzug auf, der das ... vor weiteren Angriffen schützt, die Versuche habe... gezeigt, daß diese Schicht auf die Wärmestrahlung ... wesentlichen Einfluß hat; die oben genannte Stra... zahl des Aluminiums bezieht sich schon auf Obe... mit einer solchen Oxydhaut. Auch bei rohem ... üblichem, jahrelang gelagertem Aluminiumblech ... die Strahlungszahl nur etwa 0,07 C_s.

Die angegebenen Strahlungszahlen gelten für ... flächentemperaturen von etwa 30°. Mit steigende... peratur bleiben die Strahlungszahlen nichtmeta... Oberflächen ziemlich unverändert, während sie ... blanken Metallen ansteigen. Bei 100° kann man bei ... Aluminiumblech etwa mit 0,08 C_s, bei 200° mit ... rechnen; bei poliertem Aluminium sind die entsprec... Werte 0,06 und 0,07 C_s.

Bei bekannten Strahlungszahlen läßt sich die ... übertragung durch Strahlung in einer ebenen Luf... nach der Gleichung berechnen:

$$W_s = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_s}} \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] \quad .$$

Darin bedeuten:

W_s die zwischen den beiden Begrenzungswän... Hohlraumes durch Strahlung ausge... Wärmemenge in kcal/m²h,

T_1 und T_2 die absoluten Temperaturen in Gra...

C_1 und C_2 die Strahlungszahlen der beiden Obe... in kcal/m²h Grad⁴ und

$C_s = 4{,}96$ kcal/m²h Grad⁴ die Strahlungsza... schwarzen Körpers.

[7]) Weitere Strahlungszahlen vergl. E. Schmidt, Wärme... technischer Oberflächen bei gewöhnlicher Temperatur. Mün...

Abb. 2 Scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung in Luftschichten in Abhängigkeit von ihrer Dicke

—— nicht metallische Oberflächen mit $C_1 = C_2 = 0{,}90\ C_s$

- - - - - blanke Aluminiumflächen mit
$C_1 = C_2 = 0{,}06\ C_s$ bei 0°
$C_1 = C_2 = 0{,}07\ C_s$ „ 100°
$C_1 = C_2 = 0{,}08\ C_s$ „ 200°

Dicke der Luftschicht

ı wir für die Wärmeübertragung durch Strahlung heinbare Wärmeleitzahl λ_s eingeführt hatten, ist

$$W_s = \frac{\lambda_s}{\delta}(T_1 - T_2) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3),$$

δ die Dicke der Luftschicht in m ist.
ıs Gleichung (2) und (3) ergibt sich dann

$$\lambda_s = \frac{\delta}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_s}} \cdot \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2} \quad . \; . \; . \; . \; (4).$$

ɛr zweite Faktor von Gleichung (4) hängt nur von mperatur ab[8]).

Abb. 2 ist λ_s für kleine Temperaturunterschiede r Mitteltemperaturen der beiden begrenzenden Oberı von 0°, 100° und 200° in Abhängigkeit von der der Luftschicht aufgetragen. Man erkennt, daß mit ɛnder Dicke der Luftschicht die der Strahlung entende Wärmeleitzahl bei O b e r f l ä c h e n h o h e r h l u n g s z a h l stark anwächst, so daß nur sehr Luftschichten brauchbare Isolierwirkungen ergeben. anders liegen aber die Verhältnisse bei b l a n k e n l l f l ä c h e n. Hier erhält man bei 2 cm Dicke der hicht die gleiche scheinbare Wärmeleitzahl wie im Falle bei etwa 1 mm. Man erreicht also mit Luften von 1 cm und mehr noch gute Wärmeschutzwirı, wenn man sie durch blanke Metalle begrenzt.
e für den Wärmeschutz in Frage kommende wirkVärmeleitzahl λ_w ergibt sich durch Summierung der Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung nach der ung (1) und kann unter Benutzung von Zahlentafel 1 von Abb. 1 und 2 leicht ausgerechnet werden.

ufbau und Anwendung der neuen Isolierung

e ersten Versuche mit Luftschichten, die von blanletallblechen begrenzt sind, wurden von P é c l e t eführt; er fand eine recht günstige Isolierwirkung, uch die oben ermittelten Werte nicht erreicht wurden. r Pécletsche Gedanke hat aber praktisch keine Verg gefunden, da die Kosten der mehrfachen Blechim Vergleich zu pulverförmigen Isolierstoffen zu varen und das Aufbringen der für jeden Rohrdurchbesonders anzufertigenden Schalen sehr umständar. Außerdem wurde die theoretisch zu erwartende wirkung in der Praxis nicht erreicht. Bei der hen Ausführung sind nämlich die Blechmäntel nie ıau konzentrische Schalen ausgeführt; es treten vielstets Unregelmäßigkeiten in der Dicke der einzelnen ten auf. Die Wärme durchströmt daher die innerste iicht vorzugsweise an der engsten Stelle, breitet sich längs des Blechmantels aus und überschreitet den en Luftraum wieder an der engsten Stelle. Ein r Nachteil der Blechmäntel ist die verschiedene ausdehnung der inneren und äußeren Schichten, h sich die Befestigungen allmählich lockern.

[8]) Eine Zahlentafel hierfür findet man z. B. in der Hütte Bd. I, S. 463.

Die Luftschichtisolierung wird erst wirtschaftlich und praktisch durchführbar, wenn man statt der Bleche papierdünne Aluminiumfolien von etwa 0,005 bis 0,05 mm Dicke verwendet, die zunächst wegen ihrer geringen Steifigkeit ungeeignet erscheinen. Diese von mir ausgebildete Isolierung sei als „A l f o l“ - I s o l i e r u n g [9]) bezeichnet. Bei dieser geringen Dicke spielt der Preis des Aluminiums keine wesentliche Rolle mehr, und auch das Aufbringen der Isolierungen ist außerordentlich einfach, da die Folie wie Papier von Rollen entnommen und mit der Hand leicht jeder Form angepaßt werden kann. Zugleich wird die Wärmeleitung längs der Folie wegen ihrer geringen Dicke sehr gering, und es macht praktisch kaum etwas aus, wenn die Folien nicht genau konzentrisch liegen, sogar Berührungen an einzelnen Stellen schaden nichts.

Den Aufbau einer solchen Alfol-Isolierung für Rohrleitungen zeigt Abb. 3. Darin ist a das zu isolierende Rohr, auf das zunächst eine Folie b gewickelt wird. Dann werden die ringförmigen Stützen c aufgebracht, deren Höhe der Luftschichtdicke und deren axialer Abstand der Folienbreite entspricht. Auf diese wird die nächste Folienlage gewickelt, dann kommen wieder Stützen usw. Zum Schluß wird das ganze zum Schutz gegen Beschädigungen mit einem festen Mantel d verkleidet. Besonders sauber ist ein Mantel aus Aluminiumblech, dessen Dicke bis auf 0,1 mm herabgesetzt werden kann, wenn keine starken Stöße zu befürchten sind. Sonst nimmt man Mäntel aus verbleitem Eisenblech, die innen zweckmäßig noch

Abb. 3
Aufbau der Alfol-Isolierung
a zu isolierendes Rohr c ringförmige Stützen
b Aluminiumfolie d fester Mantel

mit einer dünnen Folie auszukleiden sind, damit auch die äußerste Luftschicht von Aluminiumfolien begrenzt wird. Die Mäntel werden miteinander verlötet, durch herumgelegte Bänder oder auf andere Weise befestigt.

Die Stützen, die aus Asbestschnur oder aus festen Isolierkörpern bestehen, haben im allgemeinen ein höheres Wärmeleitvermögen als die Alfol-Isolierung selbst, sie nehmen aber nur einen kleinen Teil der gesamten Isolierfläche ein, so daß ihr Einfluß gering bleibt. Auch die Fugen, die an den Überlappungsstellen der Folie entstehen, sowie kleine Risse oder Löcher der Folie haben auf den Isolierwert keinen großen Einfluß.

Die später mitgeteilten Wärmeleitzahlen gelten jedenfalls für fertige Isolierungen, enthalten also schon den verschlechternden Einfluß von Stützen, Ungenauigkeiten der Herstellung, kleinen Fehlern der Folien usw. Bei sorgfältiger Ausführung ist die Schwankung des Isolierwertes bei der Alfol-Isolierung sogar geringer, als bei den meisten bisher bekannten Isolierverfahren.

Der günstigste Abstand der Folien liegt zwischen 1 und 2 cm. Unter 1 cm herunterzugehen ist kaum zweckmäßig, da sich der Arbeitsaufwand sehr erhöht und sich die unvermeidlichen kleinen Unregelmäßigkeiten in der Lage der Folien dann schon stärker bemerkbar machen. Abstände von mehr als 2 cm können dagegen manchmal wirtschaftlich angebracht sein, besonders bei ebenen Flächen, deren Isolierung im übrigen ganz ähnlich auszuführen ist wie die von Rohren; nur sind in diesem Falle die ringförmigen Stützen durch gerade Leisten zu ersetzen.

[9]) DRP-Anm. Sch. 74 680; DRP Nr. 440 728, Engl. Patent 266 177 u. a. Auslandspatente. Wortschutz im In- und Auslande.

Abb. 4
Modell einer Alfol-Isolierung für eine Flanschverbindung

Abb. 6
Alfol-Isolierungen für Armaturen

Die Alfol-Isolierung zeichnet sich vor allen anderen Isolierungen durch besondere Leichtigkeit aus. Bei Verwendung von 0,03 mm-Folie mit 1 cm Abstand wiegt die für 1 m³ Isolierung notwendige Folie nur 8 kg; das Gewicht der Abstandhalter beträgt vielleicht 30 kg, so daß sich ein Raumgewicht von noch nicht 40 kg/m³ ergibt, d. h. nur $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ des Gewichtes der bisher gebräuchlichen Isolierungen. Für Rohre von 60 mm Dmr. ergaben sich z. B. für die fertige Isolierung von 50 mm Dicke mit Einschluß des äußeren Blechmantels Gewichte von 0,5 bis 0,8 kg für 1 m Rohr, d. h. 10 bis 15 vH des Gewichtes des nackten Rohres, während früher das Gewicht der Isolierung das des Rohres meist erheblich überstieg. Die Belastung der Rohre durch die Isolierung ist daher vernachlässigbar klein. Zugleich vermindern sich die Beförderungskosten, zumal auch der Raumbedarf der in gerolltem Zustande verschickten Folie sehr klein ist.

Bei dem geringen Gewicht ist das Wärmespeichervermögen der Isolierung zu vernachlässigen; es beträgt nur etwa $^1/_{10}$ des bei anderen Isolierungen anzusetzenden Wertes, so daß man zusätzliche Wärmeverluste für das Anwärmen der Isolierung nicht zu berücksichtigen braucht. Diese zusätzlichen Verluste erreichen aber für die üblichen Isolierungen bei täglich 9 h Arbeitzeit 50 bis 100 vH des Wärmeverlustes der Arbeitzeit. Ihre Vermeidung ist daher von erheblicher Bedeutung.

Abb. 5
Alfol-Isolierung für Rohrleitungen:
links das nackte Rohr, rechts die fertige Isolierung

Die Herstellung der Alfol-Isolierung geht oh
Staubentwicklung und ohne Verwendung von Was
sich, sie ist also sehr sauber. Dieser Umstand ist i
wichtig, als man Maschinen und Apparate, de
Schleifwirkung des scharfen Kieselgurstaubes ge
werden könnte, sehr sorgfältig schützen muß. V
größerer Bedeutung ist die Staubfreiheit in Lacki
in chemischen Fabriken, z. B. bei der Herstellung
graphischer Platten und Filme usw., wo man bish
fach überhaupt nicht zu isolieren wagte.

Die chemische Widerstandfähigkeit der Alu
folie ist dank ihres unsichtbaren Oxydüberzuges se
von den üblichen Verunreinigungen der Luft wird s
angegriffen. Auch gegen Temperaturen bis etwa 5
sie dauernd widerstandfähig; denn der Schmelzpu
Aluminiums liegt bei 650 °. Einen praktischen Bev
die Temperaturbeständigkeit lieferte folgende Beoba
Ein Versuchsrohr wurde versehentlich so stark
daß es sich unter seinem Eigengewicht stark du
obwohl es Temperaturen von mehr als 600 ° erreich
mußte, wies die Aluminiumfolie nicht die gerings
änderung auf.

Überraschend ist das Verhalten dünner Alu
folie bei Temperaturen, die weit über ihrem Schme
liegen. Stellt man z. B. einen Bunsenbrenner un
Anzahl lose aufeinander gelegter Folien, so ver
Flamme trotz ihrer Temperatur von vielleicht 15
Folien nicht zu durchdringen. Die unmittelbar
Flamme berührte Folie oxydiert zwar vollständig
det eine dünne durchsichtige Oxydhaut, behält a
alte Form bei und verhindert den Durchtritt der
gase.

Ein weiterer Vorteil der neuen Isolierung
Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit. Die weite
räume füllen sich nur bei einer wirklichen Übers
mung, und das Wasser läuft ohne Beschädigung
heraus. Dagegen saugen die meisten anderen Isoli
wegen ihrer feinporigen Struktur Wasser, mit den

Zahlentafel 3. Versuche mit Alfol-Isolier

Nr.	Versuch im	Versuchsrohr		Luftschichten		Dicke der Aluminiumfolie	Stützringe		Äußerer Mantel	
		Länge	Dmr.	Anzahl	Dicke einer Schicht		Stoff	axiale Abstände	Stoff	Dicke
		m	mm		mm	mm		cm		mm
1	Forschungsheim für Wärmeschutz	2	60	4	10	0,03	Isoliergipsmasse	70	dickes Papier	0,5
2	„	2	60	5	8,5	0,03	Asbestschnur	50	Aluminiumblech	0,1
3	„	2	60	3	16	0,03	„	50	„	0,1
4	Maschinenlaboratorium der T. H. Danzig	2	60	2	12,5	0,03	„	50	verzinktes Eisenblech	0,5
5	„	2	60	1	26	0,03	„	50	„	0,5
6	„	3	108	5	10	0,03	„	33	verzinntes Eisenblech	0,3
7	„	2	60	4	5	0,007	„	65	„	0,3

¹) Arithmetischer Mittelwert der Temperaturen des Rohres und des äußeren Mantels der Isolierung.

Abb. 7 (links)
Alfol-Isolierung für einen großen Doppelkrümmer

Abb. 9 (rechts)
Modell einer Alfol-Isolierung für eine unterirdische Fernheizleitung. Die Folie ist hier regellos geknittert und füllt den ganzen freien Raum des Kanals aus.

hrung kommen, durch Kapillarwirkung begierig auf
zeben es nur sehr langsam wieder ab, wobei sie aber
völlig unbrauchbar werden. Dieser Umstand ist be-
rs für unterirdisch verlegte Fernheizleitungen zu
iten.

Auch gegen Erschütterungen ist die Folie trotz ihrer
gen Dicke durchaus widerstandfähig, wie Versuche
isen; denn die Massenkräfte, die bei Erschütterungen
eten, nehmen mit der Dicke der Folie ab, und das Ver-
is zwischen Zerreißfestigkeit und Massenkraft bleibt
gleiche wie bei dickeren Blechen. Außerdem bewirkt
zylindrische Anordnung der Folien eine gute Ver-
ng.

Bei Flanschen, Ventilen, Turbinengehäusen, Rohr-
mern und anderen unregelmäßigen Körpern läßt sich
zylindrische Anordnung der Folie schwer durch-
n. Jedoch ergaben meine Versuche, daß man schon
ner guten Isolierwirkung kommt, wenn man den zu
renden Körper mit dünner Folie lose umhüllt, etwa
r Weise, wie man bei der Verpackung einen Gegen-
in Papier einwickelt. Dabei entstehen durch die
lichen Unregelmäßigkeiten des umhüllten Körpers
die beim Herumwickeln entstehenden Knitterungen

Abb. 8
Ventil und Krümmer, nackt und mit Alfol isoliert

samt- cht der erung l. Mantel 1 m rlänge kg	Zahl der Messungen	Rohrtemperaturen bis zu °C	Wärmeleitzahl in kcal/m h °C bei Mitteltemperaturen¹) von				
			0°	50°	100°	200°	300°
—	4	542	0,026	0,030	0,033	0,041	0,048
,50	5	466	0,027	0,030	0,033	0,042	0,053
,63	8	487	0,034	0,044	0,054	0,064	0,074
—	15	352	0,030	0,036	0,043	0,051	—
—	7	352	0,057	0,070	0,083	0,097	—
4	16	342	0,0327	0,0365	0,0408	0,050	—
—	7	480	0,041	0,0465	0,052	0,063	0,074

der Folie die gewünschten Luftabstände. Bringt man mehrere solche Folien übereinander an, so entstehen zwischen ihnen weitere unregelmäßige Lufträume, und die Wirkung nimmt mit der Zahl der Folien zu, es empfiehlt sich aber nicht, den mittleren Abstand der Folien unter 5 mm zu vermindern. Natürlich ist auch hier ein äußerer Mantel zum Schutz erforderlich.

Man kann sogar noch weiter gehen und die Folie in Form einer losen Masse aus geschichteten und geknitterten Folienstücken verwenden.

Da das Herumwickeln loser Folie und die Verwendung von loser, geschichteter Folienmasse in der Ausführung unter Umständen einfacher ist als die Anordnung regelmäßiger Luftschichten nach Abb. 3, so ist dies Verfahren in vielen Fällen auch bei geraden Rohren vorteilhaft, obwohl die Wärmeleitzahl um 50 vH höher ist als bei zylindrischer Anordnung der Schichten.

Ausführungen der Alfol-Isolierung verschiedener Art in der Praxis zeigen Abb. 5 bis 9. Die Isolierung eines Rohrflanschmodells zeigt Abb. 4; dabei ist der äußere Mantel entfernt, und die verschiedenen Folien sind teilweise herausgebogen, so daß die Flanschverschraubung sichtbar wird. Eine solche Flanschisolierung kann man leicht entfernen und wieder aufbringen, falls etwa die Schrauben nachgezogen werden müssen. In gleicher Weise lassen sich Ventilkörper, Krümmer usw. isolieren.

Versuchsergebnisse

Zur Prüfung der Wärmeleitzahl der Alfol-Isolierung wurden im Forschungsheim für Wärmeschutz Versuche an elektrisch beheizten Röhren von 2 m Länge und 60 mm Dmr. ausgeführt. Außerdem habe ich im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Danzig gemeinsam mit W. Beckmann Messungen an Rohren gleicher Größe, sowie auch an einem Rohr von 3 m Länge und 108 mm Dmr. vorgenommen. An beiden Stellen wurde nach dem bekannten Meßverfahren von van Rinsum[10]) mit elektrischer Heizung und thermoelektrischer Temperaturmessung gearbeitet.

Die Versuchsbedingungen und Meßergebnisse sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt. Die angegebenen Wärmeleitzahlen beziehen sich stets auf die fertige Isolierung, der verschlechternde Einfluß der Stützen und des Mantels ist also berücksichtigt.

Die Folie war bei den Versuchen 1 bis 6 regelmäßig zylindrisch mit gleichmäßigen Abständen angeordnet, bei Versuch 7 dagegen lose und knitterig um das Rohr gewickelt, so daß nur an den Stützstellen der angegebene Abstand erreicht wurde, während sich die Folie sonst vielfach knitterte und die Lufträume unregelmäßig waren, wobei an zahlreichen Stellen Berührungen aufeinanderfolgender Folien vorkamen. An den Überlappungsstellen traten stellenweise lange Fugen von mehreren Millimetern Breite auf.

Die Versuche 2 und 3 wurden ohne meine Mitwirkung, nur nach meiner schriftlichen Anweisung ausgeführt.

[10]) Vergl. W. van Rinsum, Z. Bd. 62 (1918) S. 601 sowie Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom V. d. I., Heft 228.

Die Ergebnisse von Versuch 1 und 2 stimmen fast genau überein, obwohl bei Versuch 2 eine dünnere Luftschicht gewählt wurde. Daraus geht hervor, daß durch Verringern der Dicke der Luftschicht unter 1 cm die Isolierwirkung nicht mehr so wesentlich verbessert wird, daß sich der Mehraufwand an Folie und Arbeit lohnen würde. Allerdings ist bei Versuch 2 der verschlechternde Einfluß der Stützen wegen ihres geringeren axialen Abstandes etwas größer. Versuch 6 hat, obwohl die Dicke der Luftschicht ebenso wie bei Versuch 1 genau 1 cm betrug, ein etwas ungünstigeres Ergebnis, dies erklärt sich ohne Schwierigkeit aus dem engeren Abstand der Stützen, die aus sehr dichter Asbestschnur von hohem Raumgewicht und der durch besonderen Versuch gemessenen hohen Wärmeleitzahl $\lambda = 0{,}25$ kcal/m h °C bestanden. Durch Wahl von Abstandstützen mit besserer Isolierwirkung würde die Wärmeleitzahl zweifellos auf den bei Versuch 1 und 2 erreichten Wert sinken.

Die Versuche 3, 4 und 5 lassen die Zunahme der Wärmeleitzahl mit wachsendem Abstand der Folie erkennen. Versuch 7 zeigt die Verschlechterung durch unregelmäßige Lage der Folie. Die Wärmeleitzahl ist trotz des geringeren mittleren Abstandes der Folie um etwa 50 vH größer als bei regelmäßig zylindrischer Anordnung mit 1 cm Dicke der Luftschicht.

Zum Vergleich sind in Zahlentafel 4 die Wärmeleitzahlen der besten bisher bekannt gewordenen Rohrisolierungen anderer Art aufgeführt, soweit sie mir durch Veröffentlichungen bekannt geworden sind[11]).

Zahlentafel 4

Günstigste Wärmeleitzahlen gebräuchlicher Rohrisolierungen für hohe Temperaturen[12])

Art der Isolierung	Raumgewicht kg/m³	Wärmeleitzahl in kcal/m h °C bei Mitteltemperaturen von 50°	100°	200°
beste Kieselgurmasse .	448	0,062	0,064	0,069
„ gebrannte Kieselgurschale	480	0,061	0,068	0,084
beste Magnesiamasse .	214	0,052	0,055	0,063
„ Magnesiaschale .	—	0,053	0,057	0,067

Die Alfol-Isolierung hat demnach bei 1 cm Luftschichtdicke eine nur etwa halb so große Wärmeleitzahl wie die besten bisher bekannten Rohrisolierungen für höhere Temperaturen. Hierbei ist noch nicht berücksichtigt, daß die handelsüblichen Isolierstoffe die oben genannten Zahlen meist erheblich überschreiten.

In Zahlentafel 5 sind die günstigsten bisher veröffentlichten Wärmeleitzahlen loser anorganischer Isolierstoffe zusammengestellt. Dabei ist zu beachten, daß diese Stoffe bei der technischen Verwendung äußere Mäntel und Versteifungen erfordern, welche die wirksame Wärmeleitzahl stark erhöhen.

In Zahlentafel 6 sind die günstigsten Werte für Isolierplatten aus organischen Stoffen aufgeführt, die bekanntlich nur bis etwa 100° verwendbar sind.

Der Vergleich der Zahlentafeln 5 und 6 mit 3 zeigt, daß selbst die günstigsten bisher jemals festgestellten Wärmeleitzahlen der besten Isolierstoffe und organischen Isolierplatten durch die Alfol-Isolierung noch unterschritten werden.

[11]) Die Werte der Zahlentafeln 4 bis 6 sind fast alle dem Heft 5 der Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, E. Schmidt, „Die Wärmeleitzahlen von Stoffen auf Grund von Meßergebnissen“ entnommen. Es wurden nur Versuche benutzt, die bei mehreren Temperaturen ausgeführt wurden und als zuverlässig anzusehen sind.

[12]) Die Zahlen für 0° sind nicht aufgeführt, da sie im Schrifttum fehlen; Isolierungen dieser Art kommen für niedrige Temperaturen nicht in Frage.

Zahlentafel 5

Günstigste Wärmeleitzahlen loser anorganischer Isolierstoffe[13])

Art des Isolierstoffes	Raumgewicht kg/m³	Wärmeleitzahl in kcal/m h bei Mitteltemperaturen v 0°	50°	100°	200°
Kieselgur, lose kalziniert	245	0,046	0,048	0,052	0,058
Magnesia, lose . .	150	0,032	0,035	0,040	0,050
Schlackenwolle . .	360	0,042	0,046	0,050	0,059
Glaswolle, Lage der Fasern senkrecht zum Wärmestrom	219	0,030	0,037	0,043	0,057

Zahlentafel 6

Günstigste Wärmeleitzahlen von Isolierungen aus organischen Stof

Art des Isolierstoffes	Raumgewicht kg/m³	Wärmeleitz kcal/m h °C be temperature 0°
Korkplatten, aufgebläht	119	0,0306
Torfoleumplatten	163	0,0335

Wirtschaftliche Aussichten

Es wurde gezeigt, daß mit der neuen Alum folien-Isolierung eine wesentlich höhere, bei Damp Isolierungen sogar die doppelte Isolierwirkung werden kann als mit den besten bisher bekannten I stoffen. Dabei hat die neue Isolierung ein sehr nie Raumgewicht (etwa ein Zehntel der bisher bekannte lierstoffe) und ein verschwindend kleines Wärmespe vermögen.

Es bleibt noch die Frage zu beantworten, ob di Isolierung auch wirtschaftliche Aussichten hat. Zu Zwecke wurden eingehend Zeitstudien gemacht, die haben, daß die Alfol-Isolierung auf den meisten A dungsgebieten, besonders im Bereich höherer Temp ren, den alten Verfahren an Wirtschaftlichkeit kommt und sie häufig übertrifft, auch wenn man ih sonderen Vorteile des geringen Gewichts, der ve lässigbaren Wärmespeicherung und der Staubfreiheit bewertet.

Diese wirtschaftlichen Überlegunoen werden bestätigt durch die Erfahrungen an inzwischen ausg ten großen Anlagen. Das Alfol-Isolierverfahren ist d nicht nur technisch interessant, sondern es hat au hebliche wirtschaftliche Bedeutung. [B 61

[13]) Die Zahlen gelten für die losen Isolierstoffe allein, berü gen also nicht den verschlechternden Finfluß der bei der pra Anwendung notwendigen Mäntel und Abstützungen.

[14]) Die Zahlen gelten für die Isolierplatten allein, berücks also nicht den verschlechternden Einfluß der äußeren Mäntel, Schutze gegen Feuchtigkeit und Beschädigungen erforderlich

Einfluß der Wärmebehandlung auf Schweißstellen

Um den Einfluß der Wärmebehandlung auf Schweißstelle zu ermitteln, hat man aus den geschw Platten die üblichen Versuchsstreifen herausgesch Man erwärmte sie in 90 min bis auf 880 °C und li während 1 h auf dieser Temperatur. Dann kühlte ma sam auf 445 °C ab und schließlich nach dem Herausn aus dem Ofen auf Zimmertemperatur. Danach erga die Elastizitätsgrenze zu 2210 kg/cm² (vorher 2050 k und die Zugfestigkeit zu 3590 kg/cm² (vorher 3130 k bei 22,65 vH Dehnung (vorher 9,3 vH) bei 203 mm Fast alle Brüche traten in der Schweißstelle auf. („Th Age“ Bd. 120 (1917) S. 474) [N 850 d]

Mechanische Weißwäschereien

Von Ing. Paul Liske, Düsseldorf-Rath

(Schluß von S. 1352)

Wäschereianlage und Wäschereibetrieb

Der Gang durch die Wäscherei ist, kurz gesagt, wie
:

Die schmutzigen Wäschestücke werden in der An-
ıe gesammelt und dort eingeteilt und gezeichnet.
es Zeichnen muß sehr sorgfältig vorgenommen wer-
da der Bestand einer Wäscherei sehr davon abhängt,
man der Kundschaft wieder die richtige Wäsche ab-
rt. Für das Zeichnen gibt es verschiedene Ver-
en, die den verschiedenen Wäschearten angepaßt sind.
gen z. B. zeichnet man sehr gern mit unverwaschbarer
e, indem man die Stücke mit Nummern versieht. Bett-
er, Taschentücher usw. zeichnet man meist mit bunten
n, indem jeder Kunde eine bestimmte Farbe erhält. Um
ichst viel Spielarten zu erhalten, werden die Fäden
mehrfarbig in verschiedenen Zusammenstellungen
estellt. Selbstverständlich trachtet man auch danach,
nicht einfache Arbeit maschinell zu bewerkstelligen,
man hat zu diesem Zweck Stempelmaschinen herge-
, mit denen man Zahlen und Buchstaben auf die
ke druckt.

Von der Annahme wird die Wäsche in die Wasch-
e gebracht und dort ganz nach Bedarf eingeweicht
in dem Kochfaß vorgekocht. Das Einweichen und
ochen wird nicht in allen Wäschereien vorgenom-
ist jedoch immerhin zu empfehlen. Besonders
utzige und fettige Wäsche, wie Küchenwäsche, wird
r zweckmäßig vorgekocht, damit die Waschmaschine
stet und sauber gehalten wird. Nach diesen Vorar-
n gelangt die Wäsche in die Waschmaschine. Hier
sie gewaschen, gekocht und gespült. Wie schon ge-
gibt es aber zum Spülen auch besondere Spülmaschi-
In gewerblichen Wäschereien werden jedoch Spül-
hinen fast gar nicht gebraucht, sondern hauptsäch-
in Krankenhäusern, Klöstern usw. Die gewaschene
che wird dann in die Schleuder gepackt und darin
trocken ausgeschleudert. Darauf wird die Leib-
he von der glatten Wäsche gesondert. Die glatten
ke kommen unmittelbar auf die Dampfmangel; sie
en dort fertig getrocknet und geplättet, so daß sie
nach der Ausgabe gebracht und gelagert werden
en. Die andern Stücke werden zum Teil in der
kenkammer vollständig getrocknet, zum Teil ohne
Vortrocknung auf den verschiedenen Plättmaschinen
gestellt. Die Stärkewäsche ist vorher noch zu stär-
Dies geschieht in dem Stärkefaß, das neben den
udern aufgestellt ist. Man vermeidet das Stärken im
raum, um Behandlung mit Wasser, also Naßarbeit,
dem Bügelraum fernzuhalten. Gelangen mehrere
ereimaschinen zur Aufstellung, so kann man auch
ügelraum einen besonderen Raum hierfür abgrenzen.

Die Plättwäsche ist in Kragen und Hemden zu trennen.
Maschinen hierfür sind ebenfalls den Wäschesorten
rechend getrennt der Reihe nach anzuordnen. Für
en dienen zum Vorplätten die Tischbügelmaschine
die Walzenplättmaschine, während man auf der klei-
Muldenmangel fertigplättet und trocknet. Natürlich
es auch hierin Abweichungen, indem z. B. verschie-
Wäschereien nur mit der Tischbügelmaschine oder
nur mit der Muldenmangel arbeiten. Wie die Wir-
dieser einzelnen Maschinen ist, geht aus den frühe-
Beschreibungen hervor. Die geplätteten und getrock-
Kragen werden dann auf Sondermaschinen voll-
lig gerundet, während für die Eckenkragen eine be-
ere Presse zum Umbiegen und Plätten dieser Ecken
vendung findet. Kleine Wäschereien verzichten meist
liese Hilfsmaschinen und erledigen diese Arbeiten mit
Hand.

Bei der Hemdenplätterei beginnt man zunächst mit
Pressen des Nackens, darauf werden die Manschet-
und dann das Bündchen bearbeitet. Das soweit fertig-

RZ 2740 Z 23

Abb. 23
Mittelgroße Wäscherei
Tägliche Leistung rd. 1500 bis 2000 kg trockene Wäsche

a Kessel
b Kesselspeisegrube
c Einweichbottiche
d Waschmaschinen
e Motoren
f Stärkefaß
g Schleudern
h Laugenfaß
i Kochfaß
k Dampfmangel
l Trockner
m Kragen-Bügelmaschine (Zweiwalzen)
n Kragen-Bügelmaschine (Schlitten)
o Kragen-Bügelmaschine (Mulde)
p Kragen-Rundmaschinen
q Kragen-Eckenpresse
r Hemden-Nackenpresse
s „ -Manschettenpresse
t „ -Bündchenpresse
u „ -Brustpresse
v „ -Rumpfpresse
w Gardinenspanner
x Bügeltische
y Ablegetische

gestellte Hemd kommt dann auf die Brustpresse; der ganze Rumpf wird auf der großen Wäschepresse fertiggestellt. Einzelne kleine Nacharbeiten, wie z. B. das Plätten der Fältchen über den Manschetten, werden mit dem Handbügeleisen vorgenommen. Sind diese Stücke fertiggestellt, so werden sie ebenfalls zum Lagern und Abholen nach der Ausgabe gebracht.

Abb. 23 stellt eine neuzeitliche mittlere bis größere Wäscherei dar. Daraus ersieht man, daß die Räume und Maschinen dem eben geschilderten Waschvorgang entsprechend aufgestellt sind. Der Annahmeraum stößt unmittelbar an die Waschküche. Von der Waschküche gelangt man in den Mangel- und Trockenraum. Von da aus führt eine unmittelbare Verbindung nach der Ausgabe, um die Beförderung der Mangelwäsche durch den Bügelraum zu vermeiden. An den Mangelraum schließt sich der Bügelraum, von wo aus wiederum ein besonderer

Zugang zur Ausgabe vorgesehen ist. An der Fensterseite links befindet sich die Kragenplätterei und an der Wand nach der Ausgabe hin die Hemdenplätterei. Hinten sind die Bügeltische mit den Handeisen angeordnet; dort geht das letzte Nacharbeiten und das Aufplätten vor sich.

Was die Räume anbelangt, so ist berücksichtigt, daß Annahme und Ausgabe in einer Flucht liegen, also die Beförderung sich von ein und derselben Seite aus ermöglichen läßt. In der Zeichnung ist eine Rampe angedeutet, die die gleiche Höhe wie die Plattform der Wagen hat, damit die Wäschekörbe ohne Hebearbeit be- und entladen werden können. Natürlich muß dann das ganze Gebäude in gleicher Höhe ausgeführt werden. Gegebenenfalls kann man den unteren Raum unterkellern und dadurch noch Lagerräume und dergl. schaffen. Eine Wäscherei wirkt auch sehr angenehm, wenn Transmissionen und Rohrleitungen in den Keller gelegt werden. Zwischen Annahme und Ausgabe sind die Geschäftzimmer gelegt. Es ist auf diese Weise möglich, von einer Hauptstelle aus die ein- und ausgehende Wäsche und auch das Personal zu beaufsichtigen. Die Aufenthaltsräume für das Personal sind ebenfalls so angeordnet, daß man vom Bureau aus eine bequeme Übersicht hat. Das Kesselhaus muß neben der Waschküche liegen und von der Waschküche aus zugänglich sein, damit eine leichte Verständigung mit dem Heizer möglich ist.

Am günstigsten ist es, sämtliche Betriebsräume in einem Stockwerk anzuordnen, weil dabei die Übersicht am leichtesten ist und auch Wäschetransporte nach höheren Stockwerken fortfallen. Man wählt dann einstöckige Gebäude mit Sheddach, um auch Oberlicht zu erhalten, da es bei großen Räumen nicht mehr möglich ist, durchweg mit Seitenlicht die genügende Helligkeit zu schaffen.

Erfordern es die Umstände, wie z. B. Platzmangel oder kostspielige Grundstücke, so kann man auch ein zwei- und mehrstöckiges Gebäude ausführen und ordnet im Untergeschoß Annahme, Ausgabe, Bureau, Waschküche und Mangelraum an. Im Obergeschoß werden Trockner und Plättmaschinen untergebracht. Möglicherweise kann man dort auch die Aufenthaltsräume vorsehen. Das Kesselhaus bleibt natürlich im Untergeschoß und wird möglichst nicht überbaut.

In der Hauptsache findet man in der Wäscherei elektromotorischen Antrieb oder Dampfantrieb. Am billigsten stellt sich der Dampfantrieb, weil der Abdampf der Maschine restlos wieder Verwendung finden kann. Ein Nachteil des Dampfmaschinenantriebes ist allerdings wieder der, daß die Transmission sehr umfangreich wird, daß die Wellen parallel gelegt werden müssen und somit in der Anordnung der Maschinen weniger Bewegungsfreiheit besteht, und daß ziemlich lange Übertragungsriemen angeordnet werden müssen. Große Anlagen haben häufig eigene Stromerzeuger, durch Dampfmaschine getrieben, und elektrischen Antrieb. In neuerer Zeit wird viel der Einzelantrieb verlangt, der allerdings teilweise noch keine ganz befriedigende Lösung gefunden hat. Besonders bei Waschmaschinen stößt der Einzelantrieb auf Schwierigkeiten, weil einerseits die Drehzahl des Motors stark gemindert werden muß und anderseits die Innentrommel nach 5 bis 6 Umläufen ihre Drehrichtung ändert. Die Umsteuereinrichtungen, die gleichzeitig die Drehzahl vermindern, sind noch verhältnismäßig verwickelt. Man findet daher auch häufig elektrische Wendeschalter. Am meisten trifft man noch für Waschmaschinen den Antrieb durch Transmission an. Da in der Regel die Schleudern neben den Waschmaschinen angeordnet sind und diese beiden Maschinen wohl ständig zusammen arbeiten, schließt man auch die Schleuder an die Transmission an, obwohl sich hier der unmittelbare Antrieb immer mehr durchsetzt.

Dampfmangeln treibt man am besten durch einen besonderen Motor an. Diese Maschine braucht verhältnismäßig wenig Kraft und hat nur eine Drehrichtung. Allerdings muß die Geschwindigkeit des Motors herabgesetzt werden, was man entweder durch Zwischenschaltung eines Schneckengetriebes oder bei langsam laufendem Motor durch Riemenübersetzung ermöglicht. Die Kragenplätterei mit den umlaufenden Maschinen wird am besten durch Transmission angetrieben. Dieser Antrieb ist insofern zweckmäßig, weil die Maschinen langsam laufen un
Teil auch ihre Drehrichtung ändern. Wenn möglich
legt man jedoch die Transmissionen in den Keller od
den Fußboden hinter den Maschinen, wie in Abb. 2
durch die Riemen sehr leicht Schmutz auf die W
stücke fällt, was gerade bei Plättwäsche ganz bes
vermieden werden muß.

Pressen werden gewöhnlich mit der Hand ode
Fuß betätigt. Größere und schwerere Pressen beweg
in neuerer Zeit auch durch motorische Kraft, wob
Motor in die Maschine eingebaut ist.

Zur Beheizung wird in den allermeisten
Dampf verwendet. Niederdruckdampf von rd. 0,25 bis
und Dampf von etwa 3 bis 8 at. Manche Arten von
maschinen werden mit Gas oder elektrisch beheizt
Dampfheizung wird hauptsächlich für Waschmas
Kochfaß, Laugenfaß, Dampfmangel, Trockner und
Pressen angewendet. Gasheizung läßt sich bei den k
Hilfsmaschinen zum Runden der Kragen, bei den u
fenden Plättmaschinen und den Bügeleisen kaum um
Meist wird in größeren und neueren Wäschereien
gas benutzt. Ist das Gas nicht vorhanden, so heiz
auch die umlaufenden Plättmaschinen mit Hoch
dampf von etwa 6 at. Die Bügeleisen müssen dann
trisch beheizt werden.

Einen wichtigen Umstand in derartigen Betrieben
das Wasser. Die Wäscherei ist in großem Vortei
weiches Wasser zur Verfügung steht. Hartes W
muß enthärtet werden, weil sonst erst die Härtegrade
die Seife vermindert werden müssen, was die Betriebs
erhöht. Das weiche Wasser wird zum Kochen, Wa
und zur Bereitung der Lauge verwendet. Dageg
wieder zum Spülen hartes Wasser gut geeignet. Wer
ser enthärten muß, verwendet also hartes und w
Wasser für seinen Betrieb.

Bei kleineren Wäschereien und in Städten wird
das Wasser der städtischen Druckleitung entno
Wäschereien in Landgegenden fördern häufig selbs
Wasser aus Bächen, Teichen usw. Der Vorteil ist
daß dieses Wasser meist weich ist; andernfalls sind
nen vorzusehen. Dasselbe empfiehlt sich bei große
schereien, weil die eigene Wasserförderung selbstver
lich den Betrieb verbilligt. Bei eigener Wasserförd
muß außer der Pumpe noch ein Hochbehälter vorg
werden. Je höher der Wasserdruck ist, desto sch
und gründlicher geht das Spülen vor sich.

Das Wasser wird am besten in einem Wärm
(Boiler) mittels Heizschlange erwärmt, der unte
Druck der Wasserleitung steht, oder bei Selbstförd
des Wassers in einem offenen Behälter, der nebe
Kaltwasserbehälter aufgestellt wird und damit v
den ist. Die Heizschlange ist so zu bemessen, daß
forderliche stündliche Wassermenge von rd. 10 a
50 °C erwärmt wird. Der Warmwasserbereiter sol
⅔ des stündlichen Wasserverbrauches fassen.

Zur Durcharbeitung eines Entwurfes sei nachs
des Beispiel angeführt:

Man kann allgemein zugrundelegen, daß bei ac
diger täglicher Arbeitzeit die Waschmaschinen fü
gefüllt werden. Der Inhalt der Maschinen ist also d
zu berechnen. Die Schleuder kann man in 1 h etwa
mal füllen. Legt man eine Wäscherei zugrunde, di
lich 1500 kg trockene Wäsche bewältigen soll, so m
die Waschmaschinen 1500 : 5 = 300 kg Wäsche fassen
Stundenleistung beträgt 1500 : 8 = 190 kg/h. Die Sch
muß demnach 190 : 3 = 60 kg fassen. Man rechn
Mittel von dem gesamten Wäschegewicht ⅔ auf M
wäsche und ⅓ auf Plättwäsche. Die Mangel hat de
$\frac{190 \cdot 2}{3}$ = rd. 125 kg/h zu leisten, während für Trock
richtung und Plätterei rd. 65 kg/h zu berücksichtigen
Für eine solche Anlage sind 3 bis 4 Waschmaschinen,
3 Schleudern, 1 Mangel, 1 Trockeneinrichtung un
nötigen Plättmaschinen zu empfehlen.

Bei Badewäsche, die nicht schmutzig ist, kann
damit rechnen, daß die Waschmaschinen jede Stun
füllt werden, wodurch sich also das Bild ziemlich
ändert.

nz roh kann man für den Kraftbedarf rechß für 100 kg trockene Wäsche 1 PS erforderlich ist. liegenden Beispiel ist also mit ungefähr 15 PS zu 1.

Mittel gebraucht man zum Kochen und Trockwa 200 kg Dampf für 100 kg Wäsche. Wenn also ch 190 kg Wäsche zu liefern sind, so beträgt mpfverbrauch rd. $\frac{190 \cdot 200}{100}$ = rd. 380 kg/h. Hierzu noch der Dampf für die Warmwasserberei- Man rechnet für 1 kg Wäsche etwa 40 l Geisser, davon $^3/_5$ Kaltwasser und $^2/_5$ Warmwasser. armwassertemperatur hat man 40 bis 50 °C zugrunde en. Bei 19 kg stündlicher Wäscheleistung ergibt n Kaltwasserverbrauch von $\frac{190 \cdot 3 \cdot 40}{5}$ = rd. 4560 l

a Warmwasserverbrauch von $\frac{190 \cdot 2 \cdot 40}{5}$ = rd. 3040 l. iese Wassermenge um 40 ° erwärmt, so sind rd. kcal/h zum Warmwasserbereiten erforderlich. Bei annung werden von 1 kg Dampf etwa 610 kcal aba. Demnach sind zur Warmwasserbereitung in 1 h : 610 = rd. 200 kg erforderlich. Der Gesamtdampfich beträgt demnach rd. 380 + 200 = 580 kg/h.

e Dampfmaschine, die rd. 15 PS leisten muß und für etwa 15 kg Dampf braucht, nimmt rd. 225 kg Dampf auf. Rechnet man mit 13 kg Abdampf für 1 PSh, so t man durch den Abdampf etwa 195 kg Dampf. Diese deckt annähernd den Bedarf für die Warmwasserng. Somit beträgt der stündliche Dampfverbrauch + 225 = 605 kg. Man braucht also in diesem Falle ber Motorantrieb stündlich etwa 25 kg Dampf mehr. fallen jedoch die Kosten für den Stromverbrauch bei Leistung von 15 PS fort. Dampfmaschinenantrieb ich also wesentlich billiger. Allerdings muß man die Nachteile einer Dampfmaschine wie Wartung, rung, Platzbedarf, ungünstige Transmissionsanlage 1 Betracht ziehen.

ird ein Warmwasserbereiter gewählt, so muß diegefähr rd. 2000 l fassen. Zur Berechnung der Heiznge nimmt man bei Hochdruckdampf rd. kcal/h, bei Niederdruckdampf rd. 50 000 kcal/h als abgabe von 1 m² Außenoberfläche der Schlange an.

Wie aus der Berechnung hervorgeht, werden die Größen der Maschinen nach dem Wäschebedarf, in kg Trockengewicht ausgedrückt, festgelegt. Man muß also beim Entwurf zunächst das täglich zu reinigende Wäschegewicht kennen. Man hat Erfahrungswerte, wieviel Wäsche die verschiedenen Anstalten wöchentlich verbrauchen. Als Anhalt kann nachstehende Aufstellung dienen: Bei Krankenhäusern rechnet man je Bett und Woche 5 bis 8 kg, im Mittel 6 kg, für das Personal je Kopf rd. 4 kg, in Klöstern je Kopf und Woche rd. 4 kg, in Irrenanstalten je Bett rd. 7 kg, in Hotels je Fremdenbett und Woche rd. 5 kg, in Ledigenheimen rd. 2 bis 3 kg, in Badeanstalten je Wannenbad rd. 1 kg, je Brausebad rd 0,15 kg.

Bei gewerblichen Wäschereien kann man jede beliebige Tagesleistung annehmen, ganz nach dem vom Unternehmer gedachten Umfang, der sich häufig nach den geldlichen Verhältnissen richtet. Am besten ist es, man fängt klein an, und baut entsprechend der Inanspruchnahme und Wirtschaftlichkeit die Anlage weiter aus. Im allgemeinen kann man annehmen, daß bei gewerblichen Wäschereien 5 vH der Einwohner eines Ortes rd. 2 bis 3 kg je Kopf und Woche in die Wäscherei schicken.

Zur Raumbestimmung kann man ungefähr annehmen, daß für 100 kg Wäsche rd. 30 bis 50 m² Flächenraum gebraucht werden. Unkosten verursacht für 100 kg Wäsche noch die Beschaffung von 3,5 kg Seife und 3 kg Soda.

Zum Schluß sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß man aus Sparsamkeitsgründen auch die Lauge strecken kann. In der Regel wird beim Waschen zweimal Lauge angesetzt, wobei natürlich die erste Lauge den größten Schmutz wegnimmt und am meisten verunreinigt wird. Diese Lauge läßt man wegfließen. Die zweite Lauge, die dann beim Sauberwaschen wirkt, fängt man auf und benutzt sie wieder als erste Lauge oder auch zum Einweichen. Zu diesem Zweck stattet man die Maschine am besten mit zwei Ablaßhähnen aus, einen in den Abflußkanal auslaufend und einen in eine besondere Leitung nach einer Laugensammelgrube abfließend. Von dieser Laugensammelgrube, die vertieft anzuordnen ist, pumpt man die Lauge in ein höher liegendes Gefäß, von wo aus man sie abzapfen oder unmittelbar den Maschinen wieder zufließen lassen kann. Es empfiehlt sich, in den Hochbehälter eine Heizschlange einzubauen, um die Lauge warm und dünnflüssig halten zu können.

[2740]

Dornier-Großflugboot „Superwal"

s Großflugboot, Baumuster al, Abb. 1, der Firma Dornier auten G. m. b. H., Friedrichs- B., ist unter Vergrößerung der ung für höhere Anforderung ftverkehr aus dem Flugboot, Wal[1]), entstanden. Die Konpnsteile des Superwal sind auslich aus Metall, die hochbeanen aus Stahl, die sonstigen aus min hergestellt. Die einzelnen ind miteinander durch Nieten den; wichtige Anschlußstellen ile, die leicht zugänglich sein sind miteinander verschraubt. r Lasten und Leitwerk tragende (Länge 24,6 m) ist als Stufenusgebildet, dessen seitliche Stamit Rücksicht auf die hohe punktlage durch das über dem liegende Triebwerk und die große Spannweite lügels (28,5 m, Flügelfläche 143 m²) durch seitgesetzte Flossen vergrößert wird. Der über dem iegende Flügel hat auf seiner ganzen Länge einen dicken aerodynamisch günstigen Querschnitt von nderlicher Abmessung. Jede Flügelhälfte ist etwa Mitte ihrer Tragweite durch ein an den Holmen endes Strebenpaar gegen die Flossen abgestützt. iche und Triebwerk sind vor Seegang geschützt.

Abb. 1
Das Dornier-Großflugboot „Superwal"

Länge über alles .	24,6 m	Spannweite . . .	28,5 m	Flügelfläche . . .	143 m²
Höhe „ „ .	5,2 „	Flügeltiefe . .	5,3 „		

Jede Flügelhälfte besteht aus drei Teilen: dem Mittelstück, Abb. 2, dessen Gerüst aus den beiden Stahlholmen und den sie verbindenden Kastenrippen zusammengesetzt ist, der Nasenleiste und dem Flügelhinterteil. Nasenleiste und Mittelstück sind mit Blech bekleidet, das Flügelhinterteil ist mit Stoff bespannt. Seitensteuer und Höhensteuer sind zu einem Flächenkreuz vereinigt, das hoch über dem Wasser hinten auf das Rumpfende aufgesetzt und gegen dessen Unterkante durch schräg nach unten führende Strebenpaare abgestützt wird. Der Einstellwinkel der Höhenflosse ist im Stande verstellbar. Zum Anlandrollen des

[1] Z. Bd. 71 (1927) S. 625.

Flugbootes mit eigener Kraft können schwimmfähige Aufschlepprädеr von 1 bis 2 Mann durch Einschieben ihrer Achse in die Flossenstummel angebracht werden.

Das Boot und die angesetzten Flossen hat man durch Schottwände in wasserdichte Räume unterteilt, Abb. 3; jeder Raum ist von außen durch verschließbare Mannlöcher zugänglich. Die einzelnen Schottwände des Boote wasserdicht verschließbare Türen. Das Flugzeu daher schwimmfähig, wenn es auch an mehreren leck ist. Außerdem hat man die Ober- und U des Bootes zum Schutz gegen Beschädigungen und nahme der Biegekräfte durch aufgesetzte Profile v Das vorn mäßig gekielte Boot läuft bis zur Mitte fast ebene Gleitfläche aus, die jedoch nach beide je eine Stufe aufweist. Die hintere Gleitfläche sich mit einer Querstufe an und ist mit einem kie Sporn versehen, der das Landen auf dem Wasser erl Die Ausbildung der Spanten des Bootes zeigen Abb.

Für die Raumeinteilung des Bootes war ma daß der Verbrauch des beträchtlichen Brennstoff auf die Gleichgewichtlage keinen Einfluß übt, der punkt des Tankraumes also möglichst nahe am punkt des Flugzeuges liegt.

Dadurch war man mit der Anordnung des Tan an den Raum zwischen den beiden Hauptspanten g an die die Flügelauftriebkräfte durch Holme und übertragen werden. Die Nutzlast mußte also Räume vor und hinter diesem Raum verteilt wer Gasträume kann man unmittelbar an den Tankra schließen und den Führerraum vor dem vordere raum, den Gepäckraum hinter dem hinteren Gastr ordnen, oder Führerraum und Gepäckraum unmitt den Tankraum legen und die beiden Gasträume Enden des nutzbaren Raumes anordnen. Bei dem in dargestellten Flugzeug ist diese Anordnung gewäh den. Bei einer größeren Entfernung des Führerrau Triebwerk ergäbe sich zwar eine bessere Sicht, ma aber die Bedienungsleitungen verlängern.

In dem vorderen Gastraum können 11 bis 13 P im hinteren etwa acht untergebracht werden. Ne Führerraum ist der Haupteinstieg, ein Funkraum Abort angeordnet, während in den hinteren Gastr Noteinstieg eingebaut ist. Den Kühler des hintere hat man in den Steigschacht eingebaut und kann Kühlluft, die nach Durchströmen des Kühlers sich hat, die Gasträume heizen.

Im Tankraum liegen vier Brennstoffässer von und hängen vier kleinere Behälter von je 285 l. samten Fassungsvermögen von 3540 l entspricht be Benzolzusatz ein Brennstoffvorrat im Gewicht von der für 2000 bis 2200 km Sparflug ausreicht.

Infolge der vom Motor getrennten Unterbring Brennstoffes ist die Brandgefahr, die an und für Metallflugzeugen schon erheblich herabgesetzt ist, verringert. Der Brennstoff wird aus Tankfässer eine vom Fahrtwinde getriebene Zahnradpumpe i Falltank gepumpt, von wo aus er den Vergaser natürlichem Gefälle zufließt.

Zwei 650 PS-Motoren (Rolls-Royce) sind hinter oberhalb des Flügels in einer Gondel vereinigt. Di Motoren treiben je eine Druck- und Zugschraube a Kühler des vorderen Motors ist vorn auf dem Mot aufgesetzt, der des hinteren im Steigschacht eingeba den Bordwänden des Motorrumpfes sind die Öl für je 80 l angeordnet. Die auf die Behälter aufg Ölkühler können im Winter ausgeschaltet werde Öl wird gefiltert, bevor es durch die Pumpen Motoren zurückbefördert wird.

Die normale Besatzung besteht aus zwei einem Mechaniker und einem Funker. [M 326]

RZ 326 Z1

Abb. 2. Mittelstück einer Tragfläche

RZ 326 Z2

Abb. 3. Das Flugboot im Zusammenbau

RZ 326 Z3

Abb. 4. Spant des Flugbootes

RZ 326 Z4

Abb. 5. Zusammenbau der Spanten des Flugbootes

RUNDSCHAU

Gas- und Wasserversorgung

ıtscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern

Die 68. Jahresversammlung fand vom 15. bis 17. Juni Kassel statt. Zwei besondere Spannung auslösende ıandlungsgegenstände: Stand der Ferngasvergungsfrage und Zusammenhang von nkwasser und Typhusepidemien, hatten Teilnehmer zusammengeführt. Die höchste Auszeich- des Vereines, die Bunsen-Pettenkoferentafel, wurde Prof. Dr. Bruns, Gelsenkirchen, ınerkennung seiner großen Verdienste um die Wasserorgung des weiteren Ruhrgebietes verliehen.

Als erster Redner sprach Dir. Schumacher, Frank- a. M., über Erzeugungs- und Verteilten des Gases[1]). Die Erfassung der Erzeugungsen, und zwar technisch-wirtschaftlich gegliedert in Erungskosten vom Ofenhaus ab, Kosten der Wassergasıgung, Kosten der nassen Reinigung, der NH_3-Fabrik, der olfabrik, Kosten der Trockenreinigung, des Aufwandes Gasmessung, der Gasspeicherung und Druckregelung, ist die Beurteilung des Selbstkostenpreises von größtem t. Unter der Voraussetzung, daß das in Frage komde Werk gut arbeitet, besteht jedoch die Möglichkeit, h straffe Ordnung des Außendienstes wesentliche Ernisse zu machen. Auch im Außendienst ist eine Einng der Gesamtausgaben erforderlich, z. B. nach Rohr- Laternen, Gasmesser, Automaten usw., damit auch hier nahmen zur Besserung planmäßig ergriffen werden ıen. Wesentlich im Außendienst ist die genaue Erfassung geleisteten Arbeit und des aufgewendeten Materials.

Dir. Dr.-Ing. R. Biel, Berlin, berichtete über den ·tleitungswiderstand in Gasrohrleigen[2]). Nach Ableitung der Widerstandsformel für ausdehnende Gase oder Dämpfe sowie für den Sonder- der volumenbeständigen Fortleitung von Gasen, pfen oder tropfbaren Flüssigkeiten wurde auf Grund r unmittelbar auf Versuchen beruhenden Formel eine praktischen Verwendung geeignete Gebrauchsformel für Bestimmung des Widerstandsbeiwertes bei Rohrleitunaus Stahl angegeben und mit den Ergebnissen r Versuche verglichen. Sie liegen teils oberhalb, teils rhalb der nach der vorgeschlagenen Gebrauchsformel chneten Werte, im ganzen damit auf gleicher Höhe. Der lerausschuß für Röhrenleitungen empfiehlt, die Formel äufig zu verwenden. Auf Grund der Formel ist eine ventafel gezeichnet worden, aus der man die gesuchten 3en bei Fortleitung von Stadtgas mittlerer Eigenschaft Rohrleitungen aus Stahl ablesen kann.

Dann erörterte Prof. Dr. Bunte, Karlsruhe, die

Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Gases

en einzelnen Versorgungsgebieten[3]). Nach den Jahren Brennstoffnot 1919 bis 1921 kehrten die Gaswerke zu m geregelten Betriebe zurück. Zu dieser Zeit stellte Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern ıtlinien für die Gasbeschaffenheit auf. Er legte fest, der Übergang vom kohlenwasserstoffreichen Leuchtgas Heizgas von hoher Flammentemperatur planmäßig und eitlich durchgeführt werden sollte, und daß als normal Gemisch von Steinkohlengas und Wassergas mit einem ·wert von 4200 kcal/m³ anzustreben sei. Der Gehalt Gases an unbrennbaren Bestandteilen (Stickstoff und lensäure) dürfe 15 vH und die Dichte 0,5 nicht überren. Mit der Vereinheitlichung der Gasbeschaffenheit erreicht worden, daß gut durchkonstruierte Gasgeräte eingreifende Änderungen in allen Versorgungsgebieten endbar sind.

Auf Grund statistischer Erhebungen zeigte der Vorende, wie weit die deutschen Gaswerke sich dem Überr vom Leuchtgas zum Heizgas angeschlossen oder ge- ·rt haben, und daß die größten Gaswerke mit dieser ›eschaffenheit die besten Erfahrungen gemacht haben. Richtlinien für die Vereinheitlichung der Gasbeschafeit sind aber auch Richtlinien für die Gleichmäßigkeit Tag zu Tag im einzelnen Versorgungsgebiet an die zu stellen. Auf Grund von Erfahrungen wies Bunte ı, wie weit technisch vollkommen ausgestattete Werke Gleichmäßigkeit erreicht haben. Die andern Werke en nach Gleichmäßigkeit im Rahmen ihrer technischen und wirtschaftlichen Mittel streben. Für eine Gasfernversorgung muß aber gefordert werden, daß die Gleichmäßigkeit des Gases hinter dem Erreichten nicht zurückstehen dürfe.

[1]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 568.
[2]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 547.
[3]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 797.

Dir. Müller, Hamburg, gab eine Übersicht über den

Stand der Ferngasversorgung[4])

Infolge der Erfindung auf dem Gebiete der chemischen Kohlenveredelung, wegen der Frage der Großgasversorgung und der Bestrebungen zur Erreichung höchster Wirtschaftlichkeit bei der Verarbeitung der Kohle steht die deutsche Gasindustrie gegenwärtig an einem Wendepunkt ihrer Entwicklung. Unbestritten ist die Behauptung, daß die Kohle nur in großen, gut geleiteten Werken wirtschaftlich verarbeitet werden kann; heiß umstritten ist die Frage, wie viel solcher Werke sich an der Verarbeitung der Kohle und der Gaslieferung beteiligen sollen. Die überaus wichtige Aufgabe, Deutschland im größten Maßstabe vom Ruhrgebiet aus mit Gas zu versorgen, wobei die Kohlenzechen und Kokereien des Ruhrgebietes die Lieferer und die deutschen Städte die Abnehmer sind, wobei ferner die vollständige Stillegung der günstig zum Ruhrgebiet gelegenen deutschen Gaswerke Voraussetzung ist, kann als gelöst gelten. Unter Ferngas oder Zechenferngas soll nur das unter sehr hohem Druck von den Zechen und Kokereien des Ruhrgebietes an die Städte gelieferte Gas verstanden werden.

Dir. Müller behandelte dann folgende Punkte: die Wirtschaftlichkeit der Ferngasversorgung, die technische Durchführbarkeit der Gasversorgung vom Ruhrgebiet aus unter Berücksichtigung der Arbeiten der A.-G. für Kohleverwertung, Essen, die Gaslieferung aus andern Steinkohlen- oder Braunkohlengebieten Deutschlands, die Wirtschaftlichkeit der Ferngasversorgung für das Ruhrgebiet, die Stellung der deutschen Gaswerke zur Fernversorgung vom Ruhrgebiet aus, die Auswirkung der Ferngasversorgung auf die Gesamtwirtschaft Deutschlands.

Die Gaswerke sind sich bewußt, daß höchste Wirtschaftlichkeit bei der Verarbeitung der Kohle ihr Endziel sein muß. Sie sehen die Lösung dieser Aufgabe in der Gruppen-Gasfernversorgung. Diese will die einzelnen Gegenden Deutschlands ohne Rücksicht auf politische Grenzen in Wirtschaftsgebiete zusammenfassen, die sodann durch Großgaswerke beliefert werden.

Auf den Vortrag von Dir. Müller, der ein heute so besonders wichtiges Thema behandelt, werden wir noch ausführlich zurückkommen. Einleitend erklärte der Vorsitzende des Vereines, Dir. Kühne, Berlin, zu dem Vortrage von Müller, daß der Bericht die vorläufige Stellungnahme des Deutschen Vereines sei. Im Anschluß an den Vortrag von Müller sprach Dipl.-Ing. Ph. Borchardt, Solln bei München, über die Zerlegung des Koksofengases mit Bezugnahme auf die Probleme der Ferngasversorgung[5]); hierüber ist vor kurzem in dieser Zeitschrift berichtet worden[6]).

Ing. Bessin, Berlin, berichtete über die Normung der Gasmesser und der Gasmesseranschlüsse[7]). Vereinfachung der Ersatzteilbeschaffung und Vereinfachung des Austausches bei der Installation haben zu Einheitsmaßen für die Gasmesser geführt. Berichtet wurde über einen Ausschnitt aus den Arbeiten des Gasmesser-Ausschusses, die sich auf die Normung der Anschlußgewinde, auf die Reihen der einzelnen Bauarten und die Vereinheitlichung der Einbaumaße erstrecken.

Dir. P. Spalek, Dessau, behandelte in seinem Vortrage[8])

die Abgase der Gasgeräte und ihre Abführung.

Bei gewerblichen Feuerstätten sind die mit der Abführung der Verbrennungserzeugnisse verbundenen Schwierigkeiten im allgemeinen verhältnismäßig leicht zu beheben: die Schaffung besonderer Abzugvorrichtungen macht im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Bei Gasfeuerstätten im Wohnhause liegen die Verhältnisse viel schwieriger.

Das Gebiet der Abgasführung ist aber hinsichtlich der physikalischen Grundlagen wenig geklärt. Selbst in Fachkreisen sind vielfach noch recht unklare Vorstellungen über die Vorgänge im Schornstein vorhanden. Eine weitere Verbreitung des Gases für die Wärmewirtschaft im Haushalt,

[4]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 701; vergl. VDI-Nachrichten Nr. 25 vom 22. Juni 1927.
[5]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 562.
[6]) R. Linde, Neues auf dem Gebiete der Gaszerlegung mit Hilfe von Tieftemperaturtechnik, Z. Bd. 71 (1927) S. 1305.
[7]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 544.
[8]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 554.

insbesondere für Warmwasserbereitung und Raumheizung, ist in erster Linie abhängig von der guten Lösung der Abzugfrage. Bei Beheizung von bewohnten Räumen muß man jedes Austreten von Heizgasen in die Räume unbedingt vermeiden, wie dies für jeden Kohlenofen selbstverständlich ist. Bei Badeöfen ist die sichere Abführung der Abgase gleichfalls von größter Wichtigkeit, weil der Luftverbrauch und die Menge der erzeugten Abgase im Vergleich zum Rauminhalt außerordentlich groß sind.

Bei der Gasfeuerstätte hat der Schornstein lediglich die Aufgabe, die Abgase abzuführen. Er soll keinerlei Einfluß auf den Verbrennungsvorgang im Ofen haben. Wichtige Beziehungen bestehen zwischen der dem Schornstein in den Abgasen zugeführten Wärmemenge, den Abkühlungsverlusten des Schornsteins, dem Schornsteinzug und den Reibungswiderständen. Der Schornstein muß, wenn er sonst keine fremde Wärmezufuhr als die von den einzuleitenden Abgasen hat, oder wenn er nicht noch gewisse Wärmereste von der letzten Heizung enthält, zuglos sein; die Temperatur im Schornstein ist dann mit der der Außenluft gleich hoch. Beim Inbetriebsetzen der Feuerstätte ist daher eine gewisse, auf die Luftsäule im Schornstein wirkende Auftriebkraft notwendig, um die Luftsäule in Bewegung zu bringen und damit den Eintritt der Abgase in den Schornstein und die Einleitung des Zuges zu bewerkstelligen. Der gemauerte Schornstein ist daher im allgemeinen für Gasöfen, die nicht in Dauerbetrieb sind, nicht günstig; für die Erhaltung der Temperatur des Zuges und zum Vermeiden zu großer Abkühlung sind andre Schornsteinarten besser, selbst der Blechschornstein. Um die Abgase sicher abzuführen, muß der Schornsteinzug größer sein als der für die Abführung der Abgase sich ergebende Widerstand. Unter normalen Verhältnissen werden also durch den Schornstein größere Luftmengen angesogen, als der Gasofen an Verbrennungsstoffen liefert.

Der Schornstein soll aber die Verbrennungsvorgänge im Ofen nicht beeinflussen. Alle Gasgeräte müssen daher eine Zugunterbrechung haben, die so ausgebildet ist, daß auch bei starkem Zuge der Verbrennungsvorgang im Ofen nicht beeinflußt wird.

Von besonderer Bedeutung sind die Untersuchungen über den Anschluß von Gasöfen an Schornsteine für Kohlenöfen, die von der Firma Junkers & Co., München, durchgeführt wurden. Ein Einfluß auf den Schornsteinzug ist vorhanden, wenn durch den Abgasanschluß eines Gasbadeofens Falschluft in den Schornstein eintritt. Der Schornsteinzug wird abgeschwächt. An angeschlossenen und in Betrieb befindlichen Kohlenöfen durchgeführte Messungen haben aber gezeigt, daß dieser Einfluß die Verbrennung des Kohlenofens nicht gefährdet.

Trinkwasser und Typhusepidemien

behandelte Prof. Dr. Bruns, Gelsenkirchen[9]). Nach kurzen geschichtlichen Angaben über Typhusepidemien, der Erklärung ihrer Ursachen, berichtete der Vortragende über den Erreger des Unterleibtyphus, den Typhusbazillus, sein Entstehen und seinen verschiedenartigen Einfluß auf den menschlichen Körper.

Das Zustandekommen einer Typhusepidemie ist durch eine Menge von Ereignissen, die in ihren Ursachen und Wirkungen schwer gegeneinander abzuschätzen sind, bedingt, so daß im allgemeinen nur mit einer mehr oder weniger großen Wahrscheinlichkeit ein Urteil abgegeben werden kann. Da die Typhusbazillen, um im Körper sich anzusiedeln, durch den Mund eingeführt werden müssen, muß man annehmen, daß eine Typhusepidemie so entsteht, daß die Erreger in ein von einer großen Anzahl von Menschen gleichzeitig genossenes Nahrungsmittel durch einen Zufall hineingelangen, und daß nun die Menschen ziemlich gleichzeitig an Typhus erkranken. Solche Nahrungsmittel können verhältnismäßig oft Wasser und Milch, seltener Mineralwasser, Salate, Gemüse, Früchte und Fleisch sein. Bei den übrigen Nahrungsmitteln wird man meist eine unmittelbare Verseuchung durch irgendeinen Typhusbazillenträger oder Typhuskranken anzunehmen haben. In Wasser können die Typhusbazillen aus Aborten, aus der Abwässerung oder aus dem Flußlauf, der die Abwässer aufgenommen hat, hineingelangen.

Aus Laboratoriumsversuchen geht hervor, daß sich Typhusbazillen im Wasser nur bei Vorhandensein ganz besonderer Bedingungen vermehren. Im allgemeinen sterben sie schnell ab. Von den eingebrachten Bakterien waren nach 8 bis 10 h rd. 10 vH, nach einigen Tagen nur noch 1 vH am Leben. Im Trinkwasser sind Typhusbazillen nur selten gefunden worden. Wird eine Wasserleitungsepidemie festgestellt, so zieht sie sich meist über zwei bis drei

[9]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 525.

Monate hin. Bruns besprach dann die Maßnahme[...] einwandfreien Feststellung solcher Epidemien; er [...] delte in Zusammenstellungen die Zahl der Erkrank[...] in den einzelnen Wochen vom ersten Anzeichen bi[...] letzten Ausläufer der Epidemien in den verschie[...] Gegenden Deutschlands. Die Zahl der Erkrankunge[...] Wasserleitungsepidemien ist aber ganz verschieden[...] macht etwa 0,5 bis 2 oder 4 vH der versorgten Be[...] rung aus. Im allgemeinen deckt sich das Feld der Ty[...] verbreitung mit dem Wasserfeld und kann von der J[...] zeit und örtlichen Verhältnissen beeinflußt werden.

Den letzten Vortrag hielt Dr. Wahl, Trier, übe[...]

Stand der Normung für das Gas- und Wasserfach[10])

Aus dem Bedürfnis heraus, viele Erzeugnisse ei[...] lich durchzubilden, ist am 22. Dezember 1917 der No[...] ausschuß der Deutschen Industrie, heute Deutscher No[...] ausschuß, entstanden. Bei der Normung arbeiten Erz[...] Händler, Wissenschaftler, Behörden und Verbraucher[...] Von diesen Berufskreisen werden die Normen in [...] schüssen aufgestellt. Die Arbeiten der Ausschüsse [...] bei der Normenprüfstelle des Deutschen Normenaussch[...] zusammen und werden in Normblättern festgelegt.

Bereits im Jahre 1882 hat der Deutsche Verein[...] Gas- und Wasserfachmännern in Gemeinschaft mit[...] Verein deutscher Ingenieure die Normaltabelle für[...] eiserne Muffen- und Flanschenröhren aufgestellt, die[...] Umarbeitung durch den Normenausschuß auch heute[...] im wesentlichen gilt.

Im Jahre 1899, gelegentlich der auch in Kassel [...] den Jahresversammlung des Deutschen Vereins von[...] und Wasserfachmännern, legte man Normalien der [...] längen, Anschlußweiten und Verschraubungen sowie[...] Zählwerken, Zifferblättern und Paßstücken von Flüg[...] Wassermessern fest, die heute noch gelten, aber [...] von vielen Wasserwerken noch nicht eingeführt sin[...]

Die jetzigen Wassermessernormen haben sich gu[...] währt. Eine Änderung erscheint keinesfalls ge[...] Alle Wasserwerke sollten daher nur genormte W[...] messer verwenden. Wahl behandelte dann die Nor[...] der Schieber, der Über- und Unterflurhydranten fü[...] Rohrnetze, der handelsüblichen Gasrohre, der gußeis[...] Rohrstücke für Rohrleitungen, der von den Gas-[...] Wasserwerken benutzten Feinarmaturen usw. [N 8[...]

Berlin Gosse[...]

[10]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 534.

Forschungswesen

Die Physikalisch-Technische Reich[...] anstalt im Jahre 1926[1])

Arbeiten der Präsidialabteilung

Zwei Laboratorien der Präsidialabteilung befassen[...] vorzugsweise mit Fragen der theoretischen Physik, [...] lich das des Präsidenten mit spektroskopischen U[...] suchungen, das Laboratorium für Radioaktivität mit S[...] lungsvorgängen. Hier können nur die Forschungen [...] Höhenstrahlung erwähnt werden, die auf dem Mönchsg[...] in 4100 m Höhe fortgesetzt wurden und wiederum die[...] liche Periode dieser Strahlungen ergaben.

Im chemischen Laboratorium wurden die Untersu[...] gen von Gläsern für chemische und medizinische Zw[...] weitergeführt. Bei Gläsern für bakteriologische Zw[...] kommt auch das Verhalten beim Sterilisieren in A[...] klaven unter 6 bis 7 at in Frage. Es wurde ermittelt, [...] jetzt auch eine Lausitzer Hütte hierfür geeignetes [...] herstellt, das bedeutend billiger sein soll als das b[...] vorzugsweise benutzte amerikanische. Weiter hat sich[...] Laboratorium mit der Untersuchung reinen Nickels [...] faßt, besonders mit Rücksicht auf die Hämmerbarkeit. [...] Arbeiten über die 1925 zuerst aufgefundenen Elem[...] Masurium und Rhenium wurden fortgesetzt. Aus Norw[...] konnten Mineralien von besonders günstigem Ekaman[...] gehalt (der immerhin erst 0,001 vT beträgt) mitgebr[...] werden, mit denen man jetzt schon Rheniumverbindu[...] von 10 bis 20 vH Reingehalt hat; mit der Reindarstel[...] des Rheniums wurde infolgedessen begonnen.

Im Laboratorium für Feinmechanik und Akustik [...] den Vergleichsmessungen der Flankendurchmesser von[...] winden mit dem Gerät der Reichsanstalt und einer [...] schen Vorrichtung ausgeführt, ebenso wurde ein [...] scher Steigungsmesser für Leitspindeln mit dem [...] parator der Reichsanstalt verglichen. Auf Veranlas[...] des DNA[2]) befaßt sich das Laboratorium auch mit der[...] bilisierung der akustischen Normal-Schwingungszahl [...]

[1]) Auszug aus dem Bericht über die Tätigkeit der Anstalt, [...] Instrumentenkunde Bd. 47 (1927) S. 217, 269 u. 321.

[2]) Deutscher Normen-Ausschuß.

ei 15 °C, die zwar bei einer Wiener Konferenz im 1885 bereits festgesetzt wurde, von der aber im prakn Betrieb unsrer großen Orchester Abweichungen bis 2 vH vorkommen. Zunächst wird der Einfluß der eratur der Orchesterräume auf die Stimmung unterwerden.

ie Prüfungen der Abteilungen erstreckten sich auf 160 radioaktive Stoffe, 80 Glassorten und 310 Ge-, Leitspindeln, Lehren und Stimmgabeln.

Arbeiten der Abteilung I (Maß und Gewicht)

ine der wissenschaftlichen Hauptaufgaben der Abteider Anschluß des Metermaßes an Lichtwellenlängen, nach verschiedenen Richtungen gefördert. Es wurinf Helium-Spektrallinien, eine Neon- und eine Krypie als geeignet gefunden. Der für den Anschluß bete Interferenz-Komparator ist bei der Firma Zeiß be- Er soll später auch für Endmaße größter Länge ndet werden. Zur Zeit können in der Anstalt End- bis zu 200 mm Länge nach dem Wellenlängenverfahren it werden. Für diese Messungen ist es wichtig, die der Zwischenschichten zwischen zwei aneinanderengten Endmaßen zu kennen. Sie ist kleiner als 0,01 μ. über die „Anschubberichtigung", d. i. der Unter- der optisch gemessenen Länge eines Endmaßes, einerwenn es auf einer Quarzplatte, anderseits wenn es iner Stahlfläche angeschoben ist, wurden genaue suchungen angestellt, auf Grund deren dem DNA eine Definition der Endmaßlänge vorgeschlagen wurde. — ntersuchungen über Gleis-, Schaltgewichts- und Fuhrvagen, Greiferwagen für Schiffslasten und selbst- Wagen wurden fortgesetzt.

ie Abteilung prüfte 580 Längenmaße, 160 Gewicht- und Wagen, 160 Aräometer, 230 andre Glasgeräte und üssigkeitsmesser und ließ verschiedene neue Wagenne, 43 Gasmessersysteme sowie probeweise 39 Ölrsysteme zur Eichung zu.

ten der Abteilung II (Elektrizität und Magnetismus)

n Temperaturgebiet des flüssigen Heliums (zwischen ,9 und — 271,8 °) wurde die Supraleitfähigkeit der e an Einkristallen aus Gold, Zink und Kadmium und lykristallinen Drähten aus Kadmium, Platin, Eisen, und Silber gemessen mit dem Ergebnis, daß höchstcheinlich nur eine bestimmte Gruppe von Metallen eitfähig werden kann. Ferner wurden bei den glei- Temperaturen die Thermokräfte verschiedener andrer e und Legierungen untersucht und das Verhältnis der ischen und thermischen Leitung von Ein- und Viellen bestimmt. Eines der Ergebnisse der letztgenanntersuchung besagt, daß bei sehr tiefer Temperatur, r der elektrische Widerstand verschwindet, noch ein von Wärmewiderstand vorhanden zu sein scheint. man diesen vom gesamten Widerstand ab, so bleibt en Unterschied das Gesetz von Wiedemann-Franz- z auch bei tiefer Temperatur erhalten.

ie Verbrennungswärme der Benzoesäure wurde an Proben untersucht, nämlich der Normalsubstanz des u of Standards in Washington und an einem von aum hergestellten Präparat und stimmte auf 0,01 vH n.

ähnlicher Weise wie vor dem Krieg für Kupfer jetzt für Aluminiumleitungen Normalien auf Grund ationaler Vereinbarungen geschaffen werden. Eine reitende Besprechung zwischen Vertretern von Ame- Deutschland und England fand im Berichtjahr in ork statt. Die Reichsanstalt hat auf Wunsch des husses für Aluminiumleitungsnormen mit den Voren durch Untersuchung des Widerstandes von 83 Proartgezogenen Aluminiums von drei verschiedenen n begonnen. Die Messungen zeigten, daß es der hen Aluminiumindustrie gelungen ist, Aluminium stellen, das im Mittel einen spezifischen Widerstand ,0286 $\Omega\,mm^2/m$ bei 20 °C hat.

ie im Jahre 1924 zuerst ausgeführten internationalen enzmessungen für elektrische Wellen sind wieder nommen worden. Eine große Anzahl von leuchteniezo-elektrischen Resonatoren[3]) wurden als Hochfrenormalien montiert. Mit ihrer Hilfe kann ein ber Sender auf eine größere Anzahl von Normalwellen iner Genauigkeit von mindestens 0,1 vT eingestellt n.

ine Meßbrücke wurde gebaut, die Induktivitäten in en Sekunden mit der Genauigkeit von einigen Hunln zu messen gestattet. Ferner wurden Brückenungen für dielektrische Verlustmessungen und für spulen geschaffen. Eine Wechselstrombrücke war auch für die in Angriff genommene neue Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit zu bauen. Zu den Vorbereitungen für diese Untersuchung gehört u. a. die Herstellung eines Schutzring-Kondensators mit höchster Genauigkeit in der Werkstatt der Reichsanstalt.

Verschiedene Verfahren der Röntgen-Dosismessung wurden miteinander verglichen, mit dem Ergebnis, daß die Dosiseinheit 1 Röntgen sich zur Zeit auf 1 bis 2 vH genau darstellen läßt. Der Glimmlicht-Oszillograph wurde in eine für technische Zwecke verwendbare Form gebracht. Die damit aufgenommenen Kurven von Vokalen und Konsonanten wurden mittels lichtelektrischer Zelle und Telephon in akustische Schwingungen zurückverwandelt und mit den im Schrifttum bisher bekannten Tonkurven verglichen.

Die Lagermessungen zeitigten verschiedene neue Ergebnisse. Vor allem wurde ein Verfahren ausgearbeitet, nach dem die Stellung der Welle im Lager durch elektrische Kapazitätsmessungen bestimmt wird; das für gewöhnliche Lager sehr einfache Verfahren wurde auch auf Kugellager übertragen. Ferner wurde ein Verfahren zur versuchsmäßigen Vorführung des Ölfilms ausgebildet. Die Vergleichversuche an Gleit- und Kugellagern wurden abgeschlossen.

Der magnetische Differentialapparat von Siemens & Halske und der Epstein-Apparat wurden durch Vergleichsmessungen kritisch untersucht. Zum Schmelzen ferromagnetischer Legierungen wurde ein elektrodenloser Vakuumofen mit Hochfrequenzerhitzung von 5 kW hergestellt, der außerordentlich einfach im Bau und bequem in der Handhabung ist. Der Wechselstrom des Kraftwerkes wird auf 6000 V transformiert, lädt eine Kondensatorbatterie von 180 000 cm auf, die sich mit einer Frequenz von 100 000 Hertz über die Ofenspule und eine rotierende Funkenstrecke etwa 800 mal in der Sekunde entlädt. Der Eisenschmelzpunkt wird mit diesem Ofen in 5 bis 10 min erreicht.

Die Prüfungen der Abteilung betrafen 470 Widerstände und Normalelemente, 1640 Wechselstrom-Normalgeräte, 80 Röntgengeräte, 420 Gleichstrom-Meßgeräte, 340 Wechselstrom-Meßgeräte, 50 Wechselstromgrößen, 320 Isolations- und Installationsstoffe, 40 technische Apparate, 20 Machinen, 180 magnetische Stoffe und Geräte. Ferner sind 22 Elektrizitätszählersysteme neu oder abgeändert zugelassen worden. Zwei neue elektrische Prüfämter in Königsberg und in Kaiserslautern wurden eingerichtet. Durch die acht Prüfämter wurden rd. 234 000 Gegenstände geprüft.

Arbeiten der Abteilung III (Wärme und Druck)

Die Messungen der Isothermen von Helium, Wasserstoff und Neon wurden unterhalb — 200 ° fortgesetzt. Es sind nun im Druckbereich von 20 bis 100 at die Isothermen folgender Gase gemessen: Helium von — 258 ° bis + 400 °, Wasserstoff von — 208 ° bis + 200 °, Neon von — 208 ° bis + 400 °, Stickstoff von — 130 ° bis + 400 °, Argon von — 100 ° bis + 400 °, Sauerstoff von 0 ° bis + 100 ° und Luft von 0 ° bis + 200 °. Messungen bis 200 at sind bisher nur an Neon und Stickstoff bei 0 ° und 100 ° ausgeführt worden. Da bei der Heliumverflüssigung mehr als dreimal so viel Flüssigkeit entsteht, als nach dem Gesetz der korrespondierenden Zustände zu erwarten wäre, wird die Entartung einatomiger Gase, auf der dies beruhen kann, durch Versuche geprüft werden.

Die gesetzliche Temperaturskala ist bisher bis herab zu — 193 ° festgelegt. Um für tiefere Temperaturen sichere Grundlagen zu gewinnen, wurden mehrere Platin-Widerstandsthermometer sowie mit reinem Stickstoff oder Wasserstoff gefüllte Tensions-Thermometer zwischen — 193 ° und — 212 ° und zwischen — 253 ° und — 259 ° an das Heliumgasthermometer angeschlossen. Für Temperaturen zwischen — 210 ° und — 253 ° wurde ein Metallthermostat aus Aluminium gebaut, der nach Abkühlung durch flüssigen Wasserstoff von dem Kältebad durch einen evakuierbaren Zwischenraum thermisch isoliert und dann elektrisch auf die gewünschte Temperatur geheizt wird. Zur Feststellung der internationalen Skala wurden zwei Platin-Platinrhodium-Elemente des amerikanischen Bureau of Standards zwischen 400 und 1100 ° an die deutsche Temperaturskala angeschlossen und dann an das englische Staatsinstitut weitergegeben. Die Brauchbarkeit von Wolfram-Bandlampen zur Darstellung der optischen Temperaturskala bis zu 2100 ° wurde erneut geprüft und bestätigt gefunden.

Für die Bestimmung der Temperatur nicht leuchtender sehr heißer Flammen, insbesondere der Flamme des Azetylen-Sauerstoff-Gebläse, haben die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und der Verein deutscher Ingenieure auf Veranlassung des Fachausschusses für Schweiß-

[3]) Mitschwinger; s. Z. Bd. 70 (1926) S. 204.

technik Mittel zur Verfügung gestellt. Die Temperatur wird sowohl aus der Umkehr der Spektrallinien von Salzdämpfen, die in die Flamme eingeführt werden, als auch aus der Emissionsenergie und dem Absorptionsvermögen im Bereich der langwelligen Kohlensäure- und Wasserdampfbanden gemessen. Die Theorie der Spektral-Photometer für thermometrische Zwecke wurde weiter ausgebaut. Eine Farbtemperaturskala wurde aufgestellt und die Farbtemperatur von Flammennormalien damit bestimmt. An den gebräuchlichen Temperaturgläsern wurden durch Ausdehnungsmessungen günstige Bedingungen für die künstliche Alterung dieser Gläser gefunden und veröffentlicht.

Das Despretzsche Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitzahl von Metallen ist in der Anstalt verbessert worden, indem die Wärmeabgabe der Stäbe nach Nußelt berücksichtigt wurde. Die Versuche zur Bestimmung des Wärmeübergangs bei Kondensation von Heißdampf und Sattdampf wurden weitergeführt. Diese wurden von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft unterstützt, ebenso wie die Versuche über die Verdampfungswärme des Wassers, die zunächst bis 210 ° durchgeführt wurden. Das zugehörige spezifische Volumen des Dampfes wurde berechnet.

Die Versuche zur Messung großer Gasmengen haben bei Staurändern für 125 bis 600 mm weite Rohre einen bedeutenden Einfluß des Rohrdurchmessers auf die Durchflußzahl ergeben und wurden daher, wiederum gemeinsam mit Dr.-Ing. Kretzschmer, in den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken in Völklingen a. d. Saar auf Rohre von 1 m Dmr. ausgedehnt. Die Untersuchung wurde vom Verein deutscher Ingenieure und von andern Stellen unterstützt. Mit einem Absolut-Zähigkeitsmesser wurden verschiedene Öle auf Zähigkeit untersucht, von denen nun einige als Normalflüssigkeiten für die Prüfung technischer Zähigkeitsmesser dienen. Die Untersuchung der Zähigkeitsmesser nach Engler, Vogel-Ossag und Lawaczeck wurde abgeschlossen.

Zur Messung der Wärmeausdehnung wurden Versuchseinrichtungen geschaffen, die bis — 253 ° brauchbar sind. Die Ausdehnung des Glimmers wurde von — 253 ° bis + 500 ° gemessen, die verschiedener Gläser, Porzellane und Metalle von — 253 ° bis + 100 °. Die grundlegenden Feuchtigkeitsmessungen wurden bis 90 ° durchgeführt und sollen bis 120 ° fortgesetzt werden.

Im Berichtsjahr wurden etwa 400 Liter flüssigen Wasserstoffes hergestellt. Mit der Einrichtung zur Heliumverflüssigung wurde die Temperatur von — 271,8 ° erreicht. Die Kälteforschung wird von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft unterstützt, deren Einfluß auch der Bau eines neuen Kältelaboratoriums mit Einrichtungen zur Verflüssigung von Stickstoff und Sauerstoff und zur Herstellung von 10 l/h flüssigem Wasserstoff zu verdanken ist.

Die Prüfungen der Abteilung erstreckten sich auf 5440 Ausdehnungsthermometer (ohne Fieberthermometer), 220 elektrische und optische Thermometer, 460 Druckmeßgeräte, 440 Erdölmeßgeräte, 140 verschiedene Geräte und Stoffe, sowie 576 490 Fieberthermometer. Das unter der technischen Aufsicht der Reichsanstalt stehende Thüringische Landesamt für Maß und Gewicht hat 4700 verschiedene Thermometer und 3 946 170 Fieberthermometer geprüft, das Anhaltische Staatsprüfamt 777 305. Insgesamt sind also 5,3 Millionen Fieberthermometer untersucht worden.

Arbeiten der Abteilung IV (Optik)

Auf die umfangreichen Spektraluntersuchungen der Abteilung kann hier nur hingewiesen werden.

Mit Rücksicht auf die im Gang befindlichen Kugellageruntersuchungen wurden vier Sätze von Kugeln von 3 bis 12 mm Dmr. auf die Genauigkeit der Durchmesser untersucht. Es ergaben sich bei den kleinsten Kugeln Abweichungen bis 0,0013 mm, bei den größten bis 0,0019 mm vom mittleren Durchmesser, abgesehen von einigen Kugeln mit groben Fehlern.

Der von Warburg stammende Plan einer auf die Hohlraumstrahlung gegründeten Lichteinheit erfordert für die nacheinander vorgesehenen photometrischen, bolometrischen und spektral-photometrischen Messungen während der Gesamtheit dieser Messungen eine überaus genaue Konstanz der Ofentemperatur (auf ⅓ ° bei 2100 ° und 2800 ° abs). Um dies erreichen zu können, wird die Ofenstrahlung unter Benutzung eines schwingenden verschiebbaren Doppelsektors mit spiegelnden Vorderflächen dreifach gespalten, so daß die genannten drei Messungen gleichzeitig erfolgen können. Die aufzeichnende Photometrierung von Lampen wurde mit Erfolg weiter ausgebaut. Mit dünnen Metallfolien wurden Thermoelemente von 0,02 mm Breite und 0,0005 mm Dicke hergestellt. Die Folien werden neuerdings in einem privaten Laboratorium für die Technik hergestellt.

Die Abteilung hatte 120 Prüfungen der Planpar[allelgläser], 250 Photometrierungen, 10 Absorptionsmessungen, optrische und spektroskopische und 490 photon[...] Prüfungen durchzuführen.

Aus der Anstalt sind im Berichtsjahr 154 V[eröffent]lichungen hervorgegangen. [N...]

Charlottenburg Max J[...]

Technische Mechanik

Eine neue Breitstrahldüse

Ausgehend von den Versuchen von Weißba[ch...] die Strahlbildung bei Ausfluß aus dünner Wand [...] weiser Einschnürung, ist diese Einschnürung zwa[r] durch konvergierende ebene Flächen bewirkt worden[...] führte dazu, die Verformung eines rechteckigen [...] durch zwei konvergierende ebene Flächen zu unte[r...] und die freien Randflächen zu bestimmen. Dies[e...] flächen sind im wesentlichen einfache Hyperbel[...] Nur die Flüssigkeitsschichten in unmittelbarer N[ähe der] Konvergenzflächen werden stärker verformt und hab[en eine] abweichende Randkurve.

Die Grundform der neuen Breitstrahldüse, Abb. [...] besteht nun aus zwei konvergenten ebenen und zwe[i diver]genten, nach den Randflächen gekrümmten Wände[n...] Abrundungen vor den Divergenzwänden leiten einen [...]ren Rohrquerschnitt auf die Düse über.

RZ 137 Z1:3

Abb. 1 bis **3**
Breitstrahldüse

Die Düse bewirkt mit geringem äußeren Zwa[ng die] gewünschte Formänderung der Flüssigkeit. Bei [...] Strömungsgeschwindigkeiten tritt der freie Strahl als [...] zusammenhängende Flüssigkeitsschicht, Abb. 4, aus. [Hier]bei ist die Wirkung der Oberflächenspannung deut[lich zu] erkennen. Bei größerer Geschwindigkeit zerreißt [die] Schicht schon kurz nach ihrem freien Austritt, u[nd die] Flüssigkeit wird wegen der Divergenz der Stromfäden [...] zerstäubt, Abb. 5. Ein Leuchtgasstrahl hat dieselbe [Form] wie ein Wasserstrahl.

Der aus der Düse austretende freie Strahl zei[gt, daß] die Oberflächenspannung die Strahlbildung nicht so [beein]flußt, wie man bisher annahm. Man erklärte z. [B. die] eigentümliche Strahlform, Abb. 6 und 7, beim Austrit[t der] Flüssigkeit aus einer quadratischen Öffnung in [dünner] Wand wie folgt[2]): „Die Oberflächenspannung stum[pft die] Ecken zunächst ab und zieht dann den Umrißpunk[t über] die Gleichgewichtlage hinaus ein."

Diese Ansicht über die Ursache der Ausbreitu[ng in] vier Strahlrippen ist sicher irrtümlich. Das Rippe[n...] entsteht infolge der konvergenten Strömung, welch[e sich] im Innern des Gefäßes ausbildet. Der Strahl breit[et sich] an den Stellen aus, wo die Neigung der Stromfäde[n zum] mittelsten Stromfaden am geringsten ist. An sich [ist der] Austrittwinkel der Stromfäden in bezug auf die Ka[nten an] den Oberflächen des Strahles überall gleich. Bet[rachtet] man aber in Abb. 8 zwei Teilchen a und a' nahe de[r Ecke] des Auflaufquerschnittes, so müssen diese beiden T[eilchen] sehr bald infolge ihrer verschiedenen Strömri[chtung] aufeinandertreffen. Ihre Bewegungskomponenten ver[einigen] sich zu einer resultierenden Bewegungsrichtung, di[e zum] mittelsten Stromfaden stärker geneigt ist als die Ri[chtung] eines Teilchens, das von der Mitte einer Seite a[ustritt] und nur diejenige Konvergenz hat, die es vom Inne[rn des] Gefäßes her mitbringt.

Die Flüssigkeit breitet sich nach den Punkte[n der] schwächsten Konvergenz hin aus. Die Oberflächenspa[nnung] wirkt höchstens der Ausbreitung entgegen, kann si[e ...]

[1]) Auszug aus der gleichnamigen Dissertation des Verfass[ers ...]
[2]) Vergl. Philipp Forchheimer, Hydraulik, S. 175.

Abb. 4 (links)
Austritt des freien Strahles aus der Breitstrahldüse mit kleiner Strömungsgeschwindigkeit als dünne zusammenhängende Schicht

Abb. 5 (rechts)
Austritt des freien Strahles aus der Breitstrahldüse mit größerer Geschwindigkeit; die Schicht zerreißt kurz nach dem freien Austritt, und die Flüssigkeit wird zerstäubt.

verursachen. Sie beeinflußt den Strahl aus der Breit-
düse, Abb. 5, schon von 1 at Überdruck an praktisch
mehr. Die Strahlbildung ist vielmehr beherrscht
er Konvergenz und Divergenz der Stromlinien.
nter den vielen Anwendungsmöglichkeiten dieser Düse
sonders ihre Verwendbarkeit für Feldberegnung unter-
worden. Sie ermöglicht gegenüber den „Runddüsen"
n s e i t i g e Beregnung von einem Regnerzug aus[3]).
ild der Flüssigkeitsverteilung und des Streubereichs
bb. 9; der Streuwinkel beträgt 120 °. Bei einem Wage-
inkel der Düse von 45 ° und einem Senkrechtwinkel
0 ° zur Achse des Regenrohres erhält man als be-
e Fläche nahezu ein Viereck mit 8 m Seitenlänge,
eine Seite an dem Regenrohr anliegt. Bei einem
len Düsenabstand von 6 m an einem Regnerzug er-
nan gute Überdeckung der Düsenbereiche. Infolge
großen lichten Durchgangs eignen sich die Düsen
zur Verregnung von Abwasser, das auf eine Korn-
von 2 mm grob vorgereinigt ist. Die Düsen werden
ler als Rohrstück mit einem zweimal gequetschten
oder als Hahn ausgeführt, wobei die Düse teils durch
ahngehäuse und teils durch das Kücken gebildet wird,
.0 und 11. [M 137]
chen Studienrat Dr.-Ing. F. S t r i t t e r

[3]) Vergl. Z. Bd. 64 (1920) S. 319.

Abb. 9
Flüssigkeitsverteilung und Streubereich der neuen Breitstrahldüse
Regenhöhe in mm — Dauer der Beregnung 5 min — Neigung der Düsenmitte rd. 30° gegen die Wagerechte.

Abb. 6
trahl aus einer
lratischen Öffnung
ı dünner Wand

Abb. 7
Querschnitte zum Strahl nach Abb. 6

Abb. 8
Die Konvergenz der Stromlinien ist an den Punkten b, b', b'', b''' am kleinsten, in den Ecken am größten.

Abb. 10 und 11
Beregnungshahn

Abb. 12. Analysenwage mit Luftdämpfung

Abb. 13 Dämpfereinrichtung der aperiodischen Analysenwage

a Metallglocke
b Dämpfzylinder
c Pinsel

Chemische Apparate

Analysenwage mit Luftdämpfung

Anläßlich der Achema V (Fünfte Ausstellung für chemisches Apparatewesen) in Essen 1927 wurde eine Analysenwage mit Luftdämpfung, Abb. 12, gezeigt, die von der Firma Kurt Retsch, Düsseldorf, hergestellt wird. Der Vorteil bei der Benutzung einer derartigen Wäge tung besteht darin, daß alsbald nach dem Aufleg annähernd richtigen Gewichtes und dem Auslösen d der Zeiger zum Stillstand kommt. Mittels Mikroskop man dann an der Skala sofort bis auf $^1/_{100}$ mg Gena den Berichtigungswert ablesen.

Folgendes Beispiel wird angegeben: Der Geg wiege 72,86473 g. Auf die rechte Schale setzt man Das Fadenkreuz des Mikroskops zeigt auf 4,73 links die Ziffer 7 noch an einem Teilstrich abgelesen den kann, während die Ziffer 3 auf Schätzung beruh Eichung gemäß entsprechen die abgelesenen 47,3 Tei 4,73 mg, die man im vorliegenden Falle der G angabe zuzuzählen hätte. Das richtige Gewicht beträ 72,86473 g. Die Wage gibt also den richtigen We Interpolation und ohne Reiterverschiebungen in k Zeit an.

Die Dämpfeinrichtung, Abb. 13, besteht im wese aus einer Metallglocke *a*, die in einen Luftzylinder *b* Der Pinsel *c* dient zur Beruhigung der eigentliche schale. [M 795]

Kleine Mitteilungen

Der Wirkungsgrad von Verbrennungsmaschinen

Gelegentlich der Versammlung der British Association in Leeds hat Prof. David darauf hingewiesen, daß die zum Vergleich benutzten Ideal-Wirkungsgrade, die auf Grund bekannter Werte der spezifischen Wärme und des Dissoziationsgrades berechnet werden, zu niedrig sind, hauptsächlich weil die übliche Bestimmung der spezifischen Wärme der Verbrennungsgase auf Grund der Bombenversuche auf der Annahme beruht, daß die Verbrennung in dem Augenblick beendet ist, wo in der Bombe der höchste Druck auftritt. Wird bei solchen Messungen die unvollständige Verbrennung des Bombeninhalts berücksichtigt, so liefert der Versuch zu hohe Werte für die spezifische Wärme der Verbrennungsgase sowie für den Dissoziationsgrad. Ferner erwähnte David, daß auf Grund vorliegender Versuche der Wirkungsgrad von Verbrennungsmaschinen mit zunehmendem Verdichtungsgrade schneller zunimmt, als theoretisch zu erwarten wäre. Tizard und Pye fanden z. B., daß der Wirkungsgrad beim wirklichen Versuch beim Verdichtungsgrad 1 : 4 82 vH, dagegen beim Verdichtungsgrad 1 : 7 85 vH des Wirkungsgrades des entsprechenden Luftkreisprozeses betragen hat. Dabei sollte man wegen der höheren Verbrennungstemperaturen und des ungünstigeren Verhältnisses von Oberfläche zu Rauminhalt gerade das Umgekehrte erwarten. („Engineering“ 16. September 1927 S. 371*) [N 850 a] H.

Kreiselpumpen mit hohem Wirkungsgrad

Die Worthington Pump and Machinery Corp. hat für ein amerikanisches Wasserwerk zwei Kreiselpumpen geliefert, deren eine in 24 h rd. 265 000 m³, die zweite rd. 190 000 m³ bei der gleichen Förderhöhe von rd. 52 m fördern. Die Pumpen haben gleich große Gehäuse, man die kleinere Pumpe durch einfaches Auswechs Läufers auf die Leistung der größeren bringen kan Abnahmeversuche ergaben für die größere Pum 52,5 m Förderhöhe 86 vH, für die kleinere bei 53,2 derhöhe 88,5 vH Pumpenwirkungsgrad. Zum Antri Pumpen dienen zwei Synchronmotoren von 260 2050 PS. Die zum Erzeugen des beim Anlaufen er lichen Unterdrucks eingebauten beiden Luftpumpe den durch je einen Motor von 5 PS angetrieben. Engineer“ 9. September 1927 S. 290*) [N 850 b]

Selbsttätige Formschneidemaschin Sauerstoff-Schneidbrenner

In der Ausstellung für Schiffbau, Ingenieur- u schinenwesen in Olympia zeigte die Firma Haucock Ltd., Aurelia Road, Croydon, eine selbsttätige M zum Formschneiden mittels Sauerstoffbrenners. Ein trägt zwei Längsschienen, auf denen ein Wagen läu Querschienen hat; auf diesem läuft der Träger fü Schneidbrenner. Die Schablone, die die Umrißform besteht aus Band-Aluminium, das mit der Hand lei bogen werden kann; sie wird mit kleinen Tragstück einer Holzplatte auf dem Tisch befestigt. Das hoch stehende Aluminiumband der Schablone wird von zw Brennerträger auf dem Wagen befestigten gezähnten umfaßt, die von einem kleinen Elektromotor ange werden und an der ganzen Schablone entlang laufen, der Schneidbrenner den gleichen Weg über dem Wer neben dem Tisch beschreibt; die Geschwindigkeit ka regelt werden. 6 mm dicke Bleche können mit ein schwindigkeit von 38 cm/min geschnitten werden. („ can Machinist“ 17. September 1927 S. 62E) [N 850 c]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

lbücher für Motoren- und Fahrzeugbau, Bd. 5a: **Autobilbau.** Von P. M. Heldt. 4. Bd.: Vergaser und ennstoffe. Deutsche Bearb. von H. Dechamps. Berlin 27, Richard Carl Schmidt & Co. 200 S. m. 155 Abb. eis 14 *M.*

Das als Bd. 4 des Sammelwerkes „Automobilbau" heregebene Buch bringt in 18 Abschnitten eine gedrängte sicht über alle Fragen, die mit der Behandlung des nstoffes im Kraftwagen in Zusammenhang stehen. Ausnd von den Eigenschaften des Benzins und einigen Mitngen über seine Gewinnung, behandelt der Verfasser älteren und neueren Bauarten der Vergaser und ihre elteile an der Hand zahlreicher Abbildungen, die recht wiedergegeben sind. Im Anschluß hieran werden Brennbehälter, Fördereinrichtungen für Brennstoffe, Betriebsngen an der Brennstoffanlage und die Anwendung der uffgas-Analyse zum richtigen Einstellen der Vergaser rochen. Den Abschluß bilden Betrachtungen über Peum, Benzol und andre Ersatzbrennstoffe sowie ein kurAbschnitt über das Klopfen und seine Verhinderung. 664] H.

mobilreifen. Von Gabriel Becker. Berlin 1927, Krayn. 95 S. m. 97 Abb. Preis 4,50 *M.*

Mit Unterstützung des Reiches und der Allgemeinen ner Omnibus A.-G., die Wagen zur Verfügung stellte, der Verfasser vergleichende Untersuchungen über die wirkung von Vollgummireifen, Kissenreifen, Hochkluftreifen und Niederdruck- oder Ballonreifen für ere Kraftwagen durchgeführt, deren Ergebnisse in sehr naulicher Weise gestatten, eine beliebige Reifenart auf elastischen Eigenarten hin zu werten. Als Vergleichsdient hierbei das unter bestimmten Verhältnissen für 00 kg Mehrbelastung aufgenommene Arbeitsvermögen, Kennzahl, die sich nur mit der ruhenden Anfangslast Reifens ändert, und zwar bei steigender Anfangslast er wird. Nach dieser Wertung fallen Reifen mit 4 mkg Aufnahmevermögen in die Gruppe der Vollmireifen, solche von 8 bis 12 mkg in die Gruppe der nreifen, solche von 15 bis 23 mkg in die Gruppe der druckluftreifen und solche von 23 bis 60 mkg in die pe der Ballonreifen.

Wertvoll sind auch die allgemeinen Schlußfolgerungen, er Verfasser aus den bisherigen Ergebnissen mit Bezug den Angriff der Straßendecke zieht. Danach eignen Vollgummireifen nicht für Fahrzeuge, die Geschwineiten über 15 km/h erreichen können, weil bei dieser nart die Drücke auf die Straßendecke durch Unebenn auf ein Mehrfaches gesteigert werden können. Anits schonen die weicheren Reifenarten die Straßene in so hohem Grade, daß man daran denken könnte, zeugen, die solche Reifen verwenden, Steuerermäßigunbis zu 36 vH zu gewähren.

Die Versuche wurden sinngemäß auch auf Reifen für onenwagen und für Schlepper ausgedehnt, wobei sich grundsätzlich neuen Gesichtspunkte ergeben haben. voll wäre noch eine Ausdehnung der Untersuchungen das wirtschaftliche Gebiet, weil man dann den Kennn über das elastische Verhalten auch solche über die n gegenüberstellen könnte. [E 808] Dr. Heller

stattbücher, 29. H.: **Kugel- und Rollenlager.** Von Behr. Berlin 1927, Julius Springer. 64 S. m. Abb. Preis 1,80 *M.*

stattbücher, 30. H.: **Gesunder Guß.** Von Dr. Erdmann thny. Berlin 1927, Julius Springer. 70 S. m. Abb. u. 14 Tab. Preis 1,80 *M.*

Heft 29 der Werkstattbücher behandelt die Kugel- und nlager unter besonderer Berücksichtigung des Einns. Beachtet man, daß nach Untersuchungen rd. 70 vH frühzeitig zerstörten Lager durch falschen Einbau unrichtige Behandlung verdorben wurden, so wird man en, daß gerade die in diesem Heft gegebenen Anweien über richtigen und fehlerhaften Einbau dazu bein können, eine große Verlustquelle auszumerzen.

Dem gleichen Zweck dient auch Heft 30, das eine Anng für Konstrukteure und Gießer darstellt, um Fehlzu verhindern. Ein Guß ist erst dann als „gesund" sprechen, wenn er nach jeder Richtung hin seiner nach einwandfrei ist und sich auf die billigste Art gen läßt. Das Heft gibt nun in knapper, sachlicher für Grau-, Temper- und Stahlguß Richtlinien, die hl vom Konstrukteur wie vom Gießer beachtet werden müssen. Die große Zahl der Abbildungen, namentlich die Gegenüberstellungen von „Falsch" und „Richtig", geben dem Heft den Charakter eines Betriebs- und Lehrbuches. [E 641] W. Wiedemann

Schweißen, Schneiden und Metallspritzen mittels Azetylen. Von J. H. Vogel. Halle a. d. S. 1927, Carl Marhold. 129 S. m. 98 Abb. Preis 4,50 *M.*

Neun Vorträge, die am 17. und 18. September 1926 auf der Hauptversammlung des Deutschen Azetylenvereins in Eisenach gehalten wurden, sind durch wörtliche Wiedergabe der in der Aussprache vorgebrachten Ergänzungen vervollständigt. Das Gebiet der Azetylenexplosionen, ihre Ursache, Wirkung und Verhinderung wird allein in vier Vorträgen und einem besonderen Bericht über „tote Räume und Lufttaschen in Azetylen-Entwicklern" sehr ausgiebig behandelt. Über die physikalischen Eigenschaften der mittels Azetylen-Sauerstoff oder auf elektrischem Wege geschweißten Erzeugnisse werden in einem Vortrag eingehende Untersuchungen gebracht mit dem Ergebnis, daß jedes der beiden Schweißverfahren seine bestimmten Vorteile hat, so daß sich auch in Zukunft beide weiter entwickeln werden, ohne daß das eine das andere verdrängen kann. Neue Gesichtspunkte bringt die Untersuchung der Schweißflamme, die in einem sehr umfangreichen Vortrage behandelt wird. Besonders der Flugzeugbau und das Metallspritzverfahren sind neue Anwendungsgebiete der Gasschmelzschweißung.

Das Buch zeigt, daß das Gebiet der autogenen Metallbearbeitung noch lange nicht erschöpft ist und immer wieder neue Aufgaben stellt. Es zeigt aber auch, daß deutsche Wissenschaft und deutsche Gründlichkeit hier eine Arbeit geleistet haben, die weit über die Grenzen unseres Landes hinaus Beachtung und Anerkennung finden wird. [E 790] Dipl.-Ing. Kalisch

Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. Von B. Schwaiger. Berlin 1927, Julius Springer. 107 S. m. 53 Abb. Preis 9 *M.*

Das vorliegende Buch bereichert in erfreulicher Weise das sonst so magere deutsche Schrifttum über Bohrungen auf Erdöl. Der Verfasser gibt nicht nur seine eigenen Erfahrungen und Vorschläge hinsichtlich Bekämpfung der schädlichen Verwässerung der Bohrlöcher bekannt, sondern bringt auch verschiedene Angaben über amerikanische Verfahren, die man sich sonst aus den Zeitschriften mühsam zusammensuchen müßte. Auf diese Weise erhält der mit der Ausführung der Bohrungen betraute Fachmann wertvolle Fingerzeige über die zahlreichen, der Wasserabsperrung dienenden Verfahren, die Art, Behandlung und Verwendung der Dichtungsstoffe bei verschiedenen Gebirgsverhältnissen. Die Ausführungen werden durch die Schilderung der Überwachungsmaßnahmen und Prüfungen vollzogener Sperren ergänzt und durch klare bildliche Darstellungen erläutert. [E 810] Steiner

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und Karl Scheel. 9. Bd.: Theorien der Wärme. Red. von F. Henning. Berlin 1926, Julius Springer. 616 S. m. 61 Abb. Preis 49,20 *M.*

In einem für Physiker bestimmten Band über die Theorie der Wärme kann der Ingenieur mit durchschnittlicher mathematischer und physikalischer Vorbildung nicht erwarten, etwas für ihn Genießbares zu finden. Aber mit Genugtuung wird er nach Durchsicht dieses Buches, wie der Kandidat Jobs von einer guten Predigt, sagen können:

„Den einen Theil Niemand verstehen kann,
Den andern Theil aber verstehet man."

In der Tat erstrecken sich die viel mathematische Vorkenntnisse verlangenden fünf ersten Kapitel von K. F. Herzfeld, Bennewitz, Smekal, Landé und Byk fast genau bis in die Mitte des Buches. Dann aber folgen drei Kapitel, die ohne besondere Schwierigkeit auch dem Ingenieur zugänglich sind. In Kapitel 6 behandelt G. Jäger die kinetische Theorie der Gase und Flüssigkeiten so einfach und klar, daß auch jemand, der noch gar nichts von der kinetischen Theorie weiß, ein sehr vollständiges Bild von ihr gewinnt. Kapitel 7, bearbeitet von W. Jaeger, enthält eine äußerst lesenswerte Darstellung der Erzeugung von Wärme aus andern Energieformen mit starker Betonung der Versuchsverfahren. Acht Arten der Energieumwandlung in Wärme sind darin behandelt, nämlich die aus mechanischer, aus elektrischer und aus magnetischer

Energie, beim Atomzerfall, bei Aggregatänderungen und -umwandlungen, bei Strahlung, bei Dissoziation und aus chemischer Energie. Im Schlußkapitel endlich unterrichtet uns Henning über Temperaturmessung. Da wohl fast jeder Ingenieur sich gelegentlich mit Fragen der Temperaturmessung zu befassen hat, so kann das Studium dieses Kapitels, das die theoretischen und experimentellen Grundlagen aller Verfahren besonders klar und systematisch erörtert, nicht eindringlich genug empfohlen werden. Noch wertvoller wäre es freilich für den Ingenieur, wenn in dem Abschnitt „Spezielle Probleme" auch einige praktische Aufgaben, wie die der Temperaturmessung strömender Stoffe, kurz erörtert wären, während sich der Verfasser bezüglich solcher Aufgaben mit dem Hinweis auf das Buch von Knoblauch und Hencky begnügt. Aber die beiden letzten Kapitel des Bandes entfernen sich schon so weit von dem Haupttitel „Theorie der Wärme", daß man die Zurückhaltung des Verfassers in dieser Hinsicht verstehen kann.

Bei dem ganzen Band fällt besonders auf, wie glücklich der Stoff an die Bearbeiter verteilt ist. Jedes einzelne Kapitel atmet den Geist der Originalität und der Persönlichkeit eines Meisters des behandelten Sondergebietes.

[E 809] Max Jakob

Essays on **the art and principles of chemistry.** Von Henry E. Armstrong. London 1927, Ernest Benn. 276 S. Preis 15 sh 10 d.

Mit diesen Beiträgen zur angewandten Chemie will der Verfasser die Notwendigkeit der wissenschaftlichen Ausgestaltung der praktischen Chemie betonen. Er möchte den Leser zum selbständigen Denken anregen und vermeiden, daß man „das Knie vor der Autorität beugt". Er bringt zum Ausdruck, daß alles, auch die Wissenschaft, kritisch betrachtet werden soll. Unter den verschiedenen Beiträgen befindet sich auch die erste Rudolph Messel-Gedächtnis-Vorlesung aus dem Jahre 1922. [E 637] Ks.

Techniker und Juristen. Erinnerungen und Betrachtungen. Dem Reichspatentamt zum 50jähr. Jubiläum von ehemaligen Mitgliedern. Berlin 1927, Carl Heymann. 169 S. Preis 5 M.

Abhandlungen zum Arbeitsgebiet des Reichspatentamts. Festgabe zur Feier des 50jähr. Bestehens des Reichspatentamts. Herausgeg. von Hermann Isay. Berlin 1927, Carl Heymann. 224 S. Preis 15 M.

Das Reichspatentamt 1877—1927. Rückblick auf sein Werden und Wirken. Herausgeg. vom Reichspatentamt. Berlin 1927, Carl Heymann. 129 S. Preis 9 M.

In dem ersten Buch, „Techniker und Juristen", geben 18 Techniker und Juristen, die an maßgebenden Stellen im Patentamt an der ungewöhnlich raschen Entwicklung mitgearbeitet haben, Erinnerungen persönlicher Art, meist in humorvollem Plauderton, zum besten.

Die von Isay herausgegebenen „Abhandlungen" sollen den Dank der deutschen Rechtswissenschaft für die fruchtbaren Anregungen darstellen, die vom Patentamt in den 50 Jahren seines Bestehens ausgegangen sind. Elf Juristen und ein Patentanwalt beschäftigen sich eingehend mit aktuellen Fragen aus dem Patentrecht und Warenzeichenrecht, die auch für den Techniker von hohem Wert sind.

Der dritte Band, „Das Reichspatentamt", ist vom Patentamt als Denkschrift zum 50jährigen Bestehen herausgegeben; er gibt einen Überblick über die Entwicklung und einen Einblick in die Tätigkeit des Amtes. Nach einer allgemeinen Betrachtung über das Patentwesen und die Behörde werden kurz die Gebiete behandelt, auf denen bedeutende Erfindungen gemacht und wichtige Patente erteilt worden sind.

Allen drei Büchern ist in den Kreisen der Technik und Industrie weiteste Verbreitung zu wünschen.

[E 781] W. G.-B.

Werkstofftagung Berlin, 22. Oktober bis 13. November 1927. Zweck und Ziel, Organisation, Vorträge (WT 4). Verlag der Werkstofftagung, Berlin 1927, Ingenieurhaus. 38 S. Kostenlos.

Rationeller Dieselmaschinenbetrieb. Anleitung für Betrieb, Instandhaltung und Reparatur ortfester Viertakt-Dieselmaschinen. Von Josef Schwarzböck. Berlin 1927, Julius Springer. 143 S. m. 62 Abb. Preis 9 M.

Wärmetechnische Berechnung der Feuerungs- und Dampfkesselanlagen. Von Fr. Nuber. 4. Aufl. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 116 S. m. 10 Abb. Preis 4,20 M.

Brennstoffuntersuchungen 1926 der Thermochemischen Versuchsanstalt. Von Prof. Dr. Aufhäuser. Hamburg 1927, Selbstverlag. 23 S. Preis 3 M.

Die deutsche Braunkohlenindustrie, 3. Bd.: **Die Chem Braunkohle.** Herausgeg. von E. Erdmann M. Dolch. 2. Aufl. Halle a. d. S. 1927, W Knapp. 321 S. m. 191 Abb. Preis 42 M.

Report on tabulating the results of heat engine trials London 1927, William Clowes and Sons, Ltd. Preis 5 sh.

Motor Vehicles and their engines. Von Edward S. Fr und Ralph B. Jones. 3. Aufl. New York 19 van Nostrand Co. 434 S. m. 367 Abb. Preis 3 $.

Erläuterungen zu den Vorschriften für elektrische B (Gültig ab 1. Januar 1926.) Herausgeg von H. U Berlin 1927, Julius Springer. 79 S. Preis 5 M.

Flugzeugbau und Luftfahrt, 7. H.: **Der Flugmotor.** W. Möller. 1. T.: Grundlagen. Berlin-Charlotte 1927, C. J. E. Volckmann Nachf. 71 S. m. 46 Abb. 2,50 M.

Taschenbuch der Luftflotten Jg. 1927. Herausgeg Werner von Langsdorff. Frankfurt a. M. H. Bechhold. 556 S. m. 824 Abb. Preis 12 M.

Die Lehre vom Trocknen in graphischer Darstellung. Karl Reyscher. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius ger. 74 S. m. 34 Abb. Preis 4,50 M.

Haeders Hilfstabellen für technische Berechnungen und struktionen. Von Walter Haeder. 10. Aufl. baden 1927, Otto Haeder. 132 S. m. zahlr. Abb. 1,80 M.

Anlagensammlung zu den Technischen Vorschrifte Bauleistungen. Normen, Vorschriften, Erlasse. Bear Ob.-Reg.-Baurat Voß und Reg.-Oberinsp. Beer Berlin 1927, Bauwelt-Verlag. 490 S. m. Abb. Prei

Erprobte Bauanweisungen. Von Curt Jauer. Berlin Rothgiesser & Diesing. 100 S. m. 141 Abb. Preis

Die Tagesbeleuchtung von Innenräumen. Vier Vor gehalten auf der 14. Jahresversammlung der Deut Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, E. V., in Esse 17. September 1926. Berlin 1927, Selbstverlag de sellschaft. 76 S. m. Abb. Preis 1,50 M.

Die Abwasserreinigung. Von H. Bach. Münche Berlin 1927, R. Oldenbourg. 183 S. m. 64 Abb. 9,60 M.

Bund der Elektrizitätswerke der neuen Gebiete Rumä **Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1926.** mannstadt-Sibiu, Geschäftsstelle des Bundes. 98 S. 11 M.

Technisch-Physikalische Rundblicke. Von Dr. J. Gel Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 178 196 Abb. Preis 4,80 M.

Numerische Infinitesimalrechnung. Von Martin Lin Berlin und Bonn 1927, Ferd. Dümmler. 176 17 Figuren. Preis 15 M.

Die Radio-Reihe, 22. Bd.: **Transformatorenverstärker.** Ludwig Müller und Manfred von Ardenne. 1927, Richard Karl Schmidt & Co. 137 S. m. 66 Preis 4 M.

Schweizer Schriften für Rationelles Wirtschaften. **Zur Psychologie der Arbeit.** I. Die Psychologische der Arbeit von J. Suter. II. Zur Psychologi Führung von A. Carrard. Zürich 1927, Mühl Hofer & Co. A.-G. 100 S. Preis 5 M.

Welthandels-Atlas, 25. Bd.: Erdöl und Benzin. Produ Handel und Konsum. Von Walther Schmidt un org Heise. Berlin-Lichterfelde 1927, Columbus-V G. m. b. H. (Paul Oestergaard). Preis 3,50 M.

Neuere monopolistische Tendenzen in Industrie und H. Von Gustav Cassel. Berlin 1927, Julius Spr 78 S. Preis 3,90 M.

Tatsachen und Zahlen aus der Kraftfahrzeug-Industrie Zusammengestellt vom Reichsverband der Automo dustrie, E. V. Berlin. 77 S. m. Abb. Preis 0,75 M.

Festschrift anläßlich des 30jährigen Bestehens der schen Gewerbeschule und des 25jährigen Bestehen Staatsgewerbeschule in Mähr.-Schönberg. 1927, V der Staatsgewerbeschule. Preis 2,50 M.

Der Arbeitsnachweis Dresden im Dienste der Wirts Aus seiner Tätigkeit im Jahre 1926/27. Von Nerschmann. 52 S. Preis 1 M.

Carlswerk - Rundschau. Herausgeg. von Felten Guilleaume-Carlswerk, A.-G., Köln-Mülheim. 1. H. 1927. 32 S. m. Abb. Preis 1 M.

Sammlung Göschen. 102. Bd. **Geodäsie** (Landesverme und Erdmessung. Von Gustav Förster. Berlin Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 121 S. m. 33 Preis 1,50 M.

Die erste deutsche Werkstofftagung

Sonnabend, den 22. Oktober, bis Sonntag, den 13. November 1927, Berlin

D ie vom Verein deutscher Ingenieure, dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, dem Zentralverband der tschen Elektrotechnischen Industrie und zahlreichen ern Verbänden der Erzeuger und Verbraucher sowie Ausstellungs-, Messe- und Verkehrsamt der Stadt Berlin nstaltete Werkstofftagung hat die Aufgabe, die breiten ichten der Werkstofferzeuger mit den noch viel größeren isen der Werkstoffverbraucher zu enger Gemeinschafts- eit zusammenzuführen[1]). Die Werkstoffe haben eine he Bedeutung für die Weiterentwicklung der hnik und der Industrie, daß von ihren Eigen- aften und ihrer Güte Wirtschaftlichkeit und Betrieb- erheit in hohem Grad abhängen. Deutschland ist mehr viele andre Länder in seiner heutigen Lage darauf ewiesen, in der Güte seiner gewerblichen und in- triellen Erzeugnisse führend voranzugehen. Der Wert s Erzeugnisses aber ist in hohem Maß bedingt durch Güte des Werkstoffes und seiner zweckmäßigen Verwendung. Diese Erkenntnis soll die Werkstofftagung den breitesten Schichten des deutschen Volkes vermitteln und dadurch Mitarbeiter in allen Kreisen der Industrie, des Handwerks und des Gewerbes gewinnen in dem Bestreben, Güte und Wert unsrer Waren zu steigern[2]).

Die Werkstoffe und ihre Verwendungsgebiete in der Technik sind heute viel zu zahlreich und verschiedenartig, als daß sie in der zur Verfügung stehenden Zeit und mit den verfügbaren Mitteln in einer einzigen Tagung auch nur annähernd vollständig behandelt werden könnten. Die veranstaltenden Verbände haben sich daher entschlossen, im Herbst 1927 nur drei große Gruppen von Werkstoffen: Stahl und Eisen, die Nichteisenmetalle und die elektrotechnischen Isolierstoffe zu behandeln. In einer späteren Tagung sollen die übrigen, nicht weniger wichtigen Werkstoffe und auch die Verbrauchs- und Betriebstoffe vorgeführt werden.

[1]) Anmeldebogen liegt dieser Nummer sowie den VDI-Nachrichten 39 vom 28. September 1927 bei.

[2]) In dem gleichen Bestreben und gewissermaßen als Vorarbeit für die Werkstofftagung hat auch die VDI-Zeitschrift das Fachgebiet „Werkstoffe" in den letzten Jahren planmäßig besonders berücksichtigt.

Abb. 1 Erdgeschoß

Abb. 2 Galerie

Abb. 1 und 2
Verteilung der Werkstoffschau in der Ausstellungshalle

Die gesamte Veranstaltung gliedert sich in die Werkstoffschau und die Werkstoffvorträge. Die Werkstoffschau findet in der neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm in der Zeit vom 22. Oktober bis 13. November statt. Die Werkstoffvorträge werden zum größten Teil in der Technischen Hochschule Charlottenburg in der Zeit vom 24. Oktober bis 5. November gehalten.

Die Werkstoffschau

In der Ausstellungshalle sollen einerseits die Prüfverfahren zur Ermittlung der Werkstoffeigenschaften, anderseits aber auch die Werkstoffe selbst und ihre Verwendungsmöglichkeiten gezeigt werden; daher gliedert sich die Werkstoffschau in eine Werkstoffprüfschau und eine Werkstoffübersicht. Diese beiden Hauptabteilungen sind wieder gegliedert nach den drei Stoffgruppen: Stahl und Eisen, Nichteisenmetalle und elektrotechnische Isolierstoffe. Einen Überblick über die gesamte Werkstoffschau geben Abb. 1 und 2, während Abb. 3 im vergrößerten Maßstabe die Anordnung der Werkstoffprüfschau im Erdgeschoß der Ausstellungshalle zeigt.

Die Werkstoffprüfschau umfaßt bei der Gruppe Stahl und Eisen die technologische, mechanische, chemische, metallographische und physikalische Abteilung sowie die Abteilung für Wärmebehandlung. In der technologischen Abteilung werden Werkstoffeigenschaften geprüft, die weniger mit genauen Meßvorrichtungen vorgenommen werden, als vielmehr auf Grund der Beurteilung des erfahrenen Werkstoffprüfers, z. B. die Bearbeitbarkeit durch spanabhebende Werkzeuge, die Prüfung der Widerstandfähigkeit gegen Abnutzung, die Warm- und Kaltverformung, die Schweißbarkeit, die Funkenprobe usw. In der mechanischen Abteilung werden Zugversuche mit Zerreißmaschinen der verschiedenen Bauarten, Druck- und Knickversuche, Härteprüfungen, Biege-, Kerbschlag-, Ermüdungs-, Schwingungsversuche usw. durchgeführt, ferner Versuche mit Sondermaschinen, z. B. Draht-, Ketten- und Seilprüfungen. In der chemischen Abteilung werden die verschiedenen Arten der Probenahme und die analytischen Verfahren zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung gezeigt.

Die metallographische Prüfung umfaßt die thermische Analyse und die Gefügeuntersuchung. Auf Schleif- und Poliereinrichtungen verschiedener Bauart werden die Schliffe vorbereitet, sodann geätzt und schließlich mit Mikroskopen untersucht. Zur Fertigstellung von Schliffbildern ist eine Dunkelkammer vorgesehen. In einem besonderen Raume können Lichtbilder vorgeführt werden, von denen eine umfassende Sammlung vorhanden ist.

Die physikalische Abteilung ist nicht in zwei parallele Untergruppen für Stahl und Eisen und Nichteisenmetalle zerlegt, da die Versuchsverfahren für alle metallischen Werkstoffe gleich sind. Auf der Seite der Gruppe Stahl und Eisen, vergl. Abb. 3, werden die Temperaturmessung mit Thermoelementen und optischen Pyrometern, die Überwachung und Eichung der Meßgeräte, die Messung der Wärmeausdehnung, die Bestimmung der Umwandlungspunkte im Stahl und die magnetische Prüfung der Werkstoffe, z. B. für Magneträder, vorgeführt; auf der Seite der Nichteisenmetalle befinden sich die Prüfgeräte zur Längenmessung, zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes, des spezifischen elektrischen Widerstandes, der Temperaturzahl usw.

Die Abteilung Wärmebehandlung der Gruppe Stahl und Eisen ist ebenfalls bei den Nichteisenmetallen untergebracht. Hier stehen Gasöfen sowie elektrische Muffel- und Salzbadöfen mit Einrichtungen zum Prüfen und Überwachen der Temperatur. Alle Arten der Wärmebehandlung, wie Glühen, Härten, Vergüten, Einsatzhärten usw., werden an Kohlenstoffstählen und legierten Stahlsorten vorgeführt. Die der Wärmebehandlung unterzogenen Werkstoffe können sofort durch Festigkeits-, Härte- und Oberflächenuntersuchungen usw. geprüft werden, damit sich die Besucher von den Erfolgen der Wärmebehandlung überzeugen können.

Die Prüfschau der Nichteisenmetalle hat fast genau die gleiche Gliederung wie die Prüfschau der Gruppe Stahl und Eisen; auch sie umfaßt eine technologische, mechanische, chemische, metallographische und phys[...]lische Abteilung. Der technologischen Abteilung, [...] wieder zwei Unterabteilungen: Werkstatt und [...]arbeitbarkeit, hat, ist noch eine weitere Abtei[...] angegliedert, in der die verschiedenen Lagermeta[...] und auch fertige Lager betriebsmäßig untersucht wer[...]

Bei der Gruppe der elektrotechnischen I[...]lierstoffe hat man von einer Einteilung in me[...]nische, technologische Prüfungen usw. abgesehen, da [...] kleineren Prüfmaschinen zum größten Teil auf der Ga[...] bei den einzelnen Stoffgruppen aufgestellt werden kon[...] Das elektrische Prüffeld, das am Ende der [...]stellungshalle im Erdgeschoß aufgebaut ist, vergl. Ab[...] umfaßt vorzugsweise Hochspannungsanlagen, z. B. [...] Hochspannungs-Stoßprüfanlage und eine Überschlag[...]anlage von je 1 Mill. V, außerdem größere Prüfmasch[...] und Versuchseinrichtungen.

Die Werkstoffübersicht bildet eine not[...]dige Ergänzung der Prüfschau. Ihre belehrende [...]teilung zeigt die Mannigfaltigkeit der zur Verfügung [...]henden Stoffe und deren wichtigste Anwendungsgeb[...] die richtige Auswahl, die falsche und richtige Behand[...] sowie das Verhalten bei verschiedenen Formgebungs- [...] Benutzungsarten. Sie ist in den Seitengängen des [...]geschosses und auf der ganzen Galerie untergebr[...] vergl. Abb. 1 und 2.

Bei der Gruppe Stahl und Eisen werden [...] wichtigsten Handelsformen von Stahl und Eisen, [...] Sorten gegliedert, ausgestellt. Auch Fertigerzeugnisse [...] den verschiedensten Stählen hergestellt, sollen hier ge[...] werden. Ferner wird der gegenwärtige Stand der We[...]stoffnormung in allen Abteilungen besonders be[...]sichtigt werden. In der belehrenden Abteil[...] sollen alle die Erscheinungen eingehend erläutert we[...] die untrennbar mit dem Wesen des Stahls und der E[...]art seiner Herstellungsbedingungen zusammenhä[...] Namentlich soll eine Nebeneinanderstellung richtiger [...] falscher Konstruktionen auf die zweckrichtige Ver[...]dung der Stähle hinweisen.

Die Werkstoffübersicht der Nichteisenmet[...] gliedert sich nach stofflichen Gesichtspunkten. Im [...]geschoß werden die Metalle Kupfer, Nickel, Blei und [...] mit ihren Legierungen angeordnet, während auf der G[...] die Leichtmetalle Aluminium und Magnesium mit [...] Legierungen, sowie Zink und Kadmium untergebracht [...]den. Ein besonderer Raum des Erdgeschosses enthä[...] Edelmetalle. Auch der Korrosion ist ein Raum gewi[...]

Die Werkstoffübersicht der elektrotechnis[...] Isolierstoffe ist in vier Gruppen eingeteilt, di[...] zwangläufig aus der Verschiedenheit der einzelnen [...] ergeben. Die Gruppe I umfaßt u. a. Glimmer, Mi[...] Hartpapier, Fiber, die Gruppe II Ölstoffe und Isolier[...] die Gruppen III und IV die gummifreien, gummiha[...] und keramischen Isolierstoffe, die Natursteine, die I[...]öle und Vergußmassen. Auch hier kann man wie[...] zwischen der reinen Übersicht und der belehrende[...]teilung unterscheiden, die einen Einblick in die kenn[...]nenden Anwendungsformen vermittelt.

Die Werkstoffvorträge

Die Werkstoffvorträge bezwecken vor allem, d[...]meinschaftsarbeit zwischen Erzeugern und Verbra[...] zu fördern und das, was auf der Werkstoffschau g[...] wird, zu erläutern. Insbesondere soll auch jede[...]sucher Gelegenheit geboten werden, in der Auss[...] seine Erfahrungen mitzuteilen, Anregungen zu [...] Wünsche zu äußern und Fragen zu stellen. Durch [...] Erfahrungsaustausch wird sich das Verständnis f[...] Bedeutung der Werkstoffkunde und der Materialp[...] zweifellos wirkungsvoll vertiefen.

Die Vorträge sollen einen abgerundeten Üb[...] über den heutigen Stand der Werkstoffkunde und [...]stoffprüfung geben. Auch Einzelfragen, die zur Z[...] sonders wichtig sind, sollen eingehend behandelt w[...]

Die Zahl der Vorträge beträgt etwa 200; die [...] eines Einzelvortrages soll 30 Minuten nicht übersch[...] damit möglichst viel Zeit für die Aussprache ve[...] Da Vertreter der verschiedensten Richtungen vo[...]

Abb. 3. Die Werkstoffprüfschau

zeugern und Verbrauchern: Werkstofforscher, Konstrukteure, Betriebs- und Prüfingenieure, ferner Meister, Handwerker und Facharbeiter und endlich auch alle Kreise von Werkstoffkäufern an der Werkstofftagung teilnehmen werden, so werden die meisten Vorträge und Vortragsreihen nur auf einen bestimmten Kreis von Besuchern abgestimmt sein, so daß trotz der großen Zahl von Berichten und Vorträgen die Beanspruchung für den einzelnen nicht zu groß ist.

In dankenswerter Weise hat sich eine große Anzahl hervorragender Fachleute aus Wissenschaft und Praxis bereiterklärt, Vorträge zu übernehmen. Auch zahlreiche bedeutende Forscher und Ingenieure aus dem Ausland werden an der Tagung teilnehmen und über die Arbeiten ihrer Länder auf dem Gebiete der Werkstoffe berichten.

Das gesamte Vortragsprogramm ist in 41 Reihen zu je vier bis fünf Vorträgen aufgeteilt. Der Zeitplan des Vortragsprogramms und die wichtigsten Themen sind im folgenden zusammengestellt.

Montag, 24. Oktober

Vormittag, Reihe 1: Einführende Berichte über Forschung und Gemeinschaftsarbeit der Eisen erzeugenden und Eisen verbrauchenden Industrie.

Nachmittag, Reihe 2: Werkstoffragen für Heiz- und Kraftanlagen. Anforderungen an die Werkstoffe im Dampfkesselbau. Alterung und Rekristallisation bei höheren Temperaturen. Werkstoffe für den Kraftmaschinenbau.

Reihe 3: Aluminium, Magnesium und ihre Legierungen. Knetbare Aluminiumlegierungen. Neue selbstalternde Aluminiumgußlegierungen mit hoher Elastizitätsgrenze. Siliziumhaltige Aluminiumlegierungen. Magnesium nebst Legierungen.

Dienstag, 25. Oktober

Vormittag, Reihe 4: Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Korrosionsforschung. Qualitätsmessing. Veredelbare Aluminiumlegierungen als Konstruktionsstoff. Kupfer-Einkristalle.

Nachmittag, Reihe 5: Mechanische und metallographische Prüfung des Eisens. Grundlagen der Prüfverfahren. Aus der Praxis der Abnahmeprüfung. Anwendung der Metallographie.

Mittwoch, 26. Oktober

Vormittag, Reihe 6: Physikalische, chemische und technologische Prüfung des Eisens. Warm- und Kaltverformbarkeit. Prüfung der Bearbeitbarkeit mit Schneidwerkzeugen. Prüfung der Werkzeuge.

Reihe 7: Mikrographie und Physik. Konstitutionslehre in der Praxis. Herstellung, Ätzung und Untersuchung der Schliffe. Temperaturmessung und -regelung. Röntgenometrie.

Reihe 8: Vereinigung der Großkesselbesitzer u. a. Verbraucherverbände. Zukunftsaufgaben für die werkstofferzeugende Industrie.

Nachmittag, Reihe 9: Bergbau und Werkstoffe. Werkstoffe für Preßluftwerkzeuge und Schrämmaschinen. Werkzeugstähle für Kohlen- und Steinbearbeitung. Werkstoffe für die Aufbereitung und Brikettierung. Förderseile und ihre Prüfung. Stahldraht.

Reihe 10: Vortragsreihe der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Entzinnung von zinnhaltigem Blei. Das Kupfer-Zink-Schaubild. Beryllium-Legierungen hoher Festigkeit. Beobachtungen an Elektrolytkupfer. Gefügeausbildung im Messingrohr usw.

Donnerstag, 27. Oktober

Vormittag, Reihe 11: Kupfer und seine Legierungen. Konstitution der Kupferlegierungen. Technologie des Kupfers. Messing und Sondermessinge, Bronze, Rotguß, Kupferlegierungen der Feinmechanik. Rohre aus Kupferlegierungen usw.

Reihe 12: Fahrzeug- und Flugzeugbau (Stahl und Eisen). Baustähle für die Automobilindustrie. Federn und Federstahl. Kugellagerstähle. Gußeisen. Einsatzhärten von Zahnrädern. Nitrierhärtung.

Reihe 13: Eisen- und Schiffbau. Streckgrenze als Berechnungsgrundlage. St 37, St 48 und Siliziumstahl beim Brückenbau. Schiffbaustähle bei der Verarbeitung und im Betrieb. Hochwertige Stähle und Korrosionsfragen im Schiffbau.

Nachmittag, Reihe 14: Eisenbahn- und Straßenbahnwerkstoffe (Stahl und Eisen). Gütesteigerung von Stählen für Kupplungsteile und Federn. Abnutzung von Schienen und Radreifen. Witterungsbeständige Stähle.

Reihe 15: Leichtmetallbau und Flugzeugbau. Aluminiumlegierungen im Eisenbahnwagen-, Motoren- und Flugzeugbau. Maßstäbliche Modellversuche und Werkstoffprüfungen. Kolbenlegierungen.

Reihe 16: Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. Kinematik der plastischen Formänderung. Gleit- und Reißwiderstand. Grundlagen der theoretischen Festigkeitslehre.

Freitag, 28. Oktober

Vormittag, Reihe 17: Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft (ATL). Eisenverbrauch. Sonderprüfungen. Sonderstähle. Temper- und Grauguß.

Reihe 18: Werkzeuge. Präzisionswerkzeuge, Feilen, Gesenke, Matrizen und Schnitte. Künstliches Altern von gehärtetem Stahl.

Reihe 19: Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik. Rechteckige Platten unter Einzelkraftbelastung. Knickung. Das Fließen von Metallen. Einzelkristalle usw.

Reihe 20: Mechanische Prüfung der Nichteisenmetalle. Eichung und Überwachung von Prüfmaschinen. Probenahme und Probestabform. Versuchsausführung. Härteprüfung. Prüfverfahren der Feinmechanik.

Reihe 21: Werkstoffnormung. Stahl und Eisen. Nichteisenmetalle in Österreich. Wirtschaftlichkeit.

Sonnabend, 29. Oktober

Vormittag, Reihe 22: Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen (1. Teil). Werkstoffe, Normen und technischer Unterricht.

Reihe 23: Chemische Prüfung der Nichteisenmetalle. Genauigkeitsgrenzen und Probenahme. Potentiometrische Maßanalyse. Spektralanalyse. Anorganische Mikroanalyse. Röntgenoskopie.

Reihe 24: Allgemeiner Maschinenbau. Schrauben- und Mutterneisen. Legierte und unlegierte Baustähle. Gußeisen. Temperguß. Stahlformguß. Schalenhartguß. Konstruktionsregeln.

Nachmittag, Reihe 25: Spanabhebende und spanlose Formung (Nichteisenmetalle). Baustoff und Werkzeug. Bearbeitbarkeit und Festigkeitsprüfung. Werkzeuge und Werkzeugmaschinen für die zerspanende Bearbeitung der Leichtmetalle. Genaue Bearbeitung von Bronze. Strangpresse und Gesenk.

Reihe 26: Blechverarbeitung und O[berflächenbehandlung]. Tiefzieh-, Stanz-[...] Preßblech. Kaltgewalzter Bandstahl. Bleche f[ür] Feinmechanik. Oberflächenschutz durch meta[llische] Überzüge. Bleche für Metallplattierungen.

Reihe 27: Deutscher Ausschuß für T[ech]nisches Schulwesen (2. Teil). Werkstoff[e] in den Hochschulen, Technischen Mittelschulen[,] Berufs- und Werkschulen.

Montag, 31. Oktober

Vormittag, Reihe 28: Theoretisch-wissensch[aft]liche Vorträge (unter Beteiligung a[usländi]discher Fachmänner). Gewölbte Böden größter [...]standfestigkeit. Wärmespannungen beim Ab[...] oder Vergüten großer hohlgebohrter Zylinder. [...]rungen mit neuen Härteverfahren usw.

Dienstag, 1. November

Vormittag, Reihe 29: Lagermetalle. Schm[...] Hochbeanspruchte Lager. Lagerprüfung. Reib[...] Gleitlagern. Messung der Schmierschichtdick[e].

Reihe 30: Schweißen und Löten (Stah[l und] Eisen). Metallurgische Vorgänge beim Pre[ß-] Schmelzschweißen. Prüfung von Schweiß[...] Werkstoffersparnis. Vergüten von Schweißung[en].

Nachmittag, Reihe 31: Schweißen, Löten un[d ...]bare Verbindungen (Nichteisenm[etalle]). Schweißen der Nichteisenmetalle bei der Reic[...] und im Apparatebau. Schweißen, Löten und [...]nische Verbindungen bei Aluminium nebst Legie[rungen].

Mittwoch, 2. November

Vormittag, Reihe 32: Nichteisenmetalle i[n der] Elektrotechnik. Gußmetalle hoher elekt[rischer] Leitfähigkeit. Kupfer und Aluminium nebst [Legie]rungen. Verschleißfestigkeit der Fahrleitung[...].

Nachmittag, Reihe 33: Eisen und Stahl i[n der] Elektrotechnik. Transformatoren- un[d Dy]namobleche. Stähle für Dauermagnete. Gußeis[en,] Stahlguß. Widerstandsdrähte.

Donnerstag, 3. November

Vormittag, Reihe 34: Isolierstoffe der Ele[ktro]technik. Höchstspannungsanlagen, Koch[-] Heizgeräte, Installationsmaterial, Maschine[n,] Transformatoren, Meßgeräte, Verlegungsmat[erial] und Leitungen, Schwachstromanlagen usw.

Reihe 35: Korrosion der Nichteisenme[talle]. Metallische Überzüge. Aluminium, Kupfer, [...] und Blei. Hitzebeständige Legierungen.

Nachmittag, Reihe 36: Eisen für die chem[ische] Industrie. Glasindustrie und chemische A[...] Rostfreie und säurefeste Stähle.

Freitag, 4. November

Vormittag, Reihe 37: Blei, Zinn, Zink. Hers[tellung,] Verarbeitung und Verwendung.

Reihe 38: Edelmetalle. Silber, Gold und [...] sowie ihre Legierungen. Amalgame. Tant[al].

Reihe 39: Jahresversammlung des Re[ichs]ausschusses für Metallschutz[.] [...]zelluloselacke. Farbschutzanstriche. Korrosio[n ...] Kesselsteinschutz durch elektrische Ströme. [...] von Metallen. Einwirkung von Salzen auf Met[alle bei] hohen Temperaturen.

Nachmittag, Reihe 40: Nickel, Mangan, K[...] und ihre Legierungen.

Reihe 41: Spritzguß. Aluminium. Niedrig [schmel]zende Metalle. [...]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 8. OKTOBER 1927 NR. 41

Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung

Von G. Schlesinger, Charlottenburg

Die Vereinigung von vier Volltuchfabriken in Forst in zwei Fabrikationsstätten, von denen die eine die Herstellung der Garne von der Rohwolle an durch Zusammenfassung der Spinnereien, die zweite die Herstellung der Tuche vom Garn an durch Zusammenfassung der Webereien und Appretieranstalten übernimmt. Ausbau von Fabrikationsstätten und Verschiebung von Maschinen innerhalb der Räume zu einem völlig zwangläufigen, fließenden Arbeitsgang trotz stärkster Raumbeschränkung; Einrichtung einfachster Werkstättenförderung sowie bester Kraft- und Wärmeausnutzung durch zweckmäßige Verwendung von Gruppenantrieben, Einzelantrieben und wirtschaftlicher Abwärmeverwertung.

Der Aufbau des Fabrikbetriebes

as große Unternehmen der Elsaß-Badischen Woll-l fabriken, A.-G., Forst i. d. L., mit rd. 1000 Arbeitern bestand im Jahre 1923 noch aus vier einzelnen ken in der Stadt Forst, die hintereinander erworben und von denen jede einzelne im wesentlichen ur-glich eine Volltuchfabrik war, d. h. alle Fertigungs-be von der Rohwolle bis zum fertigen Tuch enthielt. stände der Herstellung waren Konfektionsstoffe und hweren sogenannten Schuhstoffe. Bei der Anglie-g der Fabriken an das tunternehmen wurden die ders veralteten Teile legt und nur noch Fertigungsbetriebe auf-erhalten, die von Fall ll unentbehrlich waren. or der Umordnung Webereien in den Fa-n A, B, D, Abb. 1, Spin-en in allen vier Fabri-Appreturen sowie Trok-lagen hatten die Fabri-A und B. Eine Reißerei umpen zur Erzeugung Kunstwolle, die in der tsache zur Tuchfabrika-gehört, lag in der Fa-C. Schon diese Andeu-n zeigen, wie schwer es sen sein muß und welche n entstanden sein müs-um an vier weit vonein-entfernten Stellen mit zusammenfassenden Be-leitung die Fabrikation chtzuerhalten.

uch die Versorgung mit gie, Licht und Heizung bei dieser Verzettelung der Arbeit an vier Stellen rtschaftlich und teuer sein. Die Zentralleitung hatte schon lange den Plan gefaßt, die besonders veralteten Werkstätten stillzulegen, sie an zwei Stellen Amtstraße und B: Richard-Wagner-Straße) zu vereini-nd die frei gewordenen Fabriken C und D anderweitig erwerten. Die Schwierigkeit bei der Durchführung Planes lag darin, daß die Fabrik A von allen Seiten fremde Häuser eingeschlossen war. Eine Erweite-war also nur noch in der Höhe durch Aufstockung ch, während bei der Fabrik B eine sehr erhebliche iterung durchgeführt werden konnte, da eine ent-nende Bodenfläche zur Verfügung stand. Demgemäß , als mir die technische Oberleitung über die ein-he Neueinrichtung aller Fabriken im Sommer 1923 agen wurde, die Aufstockungsarbeiten in der Fabrik A bereits im Gange und bestimmte Teile der Fabrik B wie Wollager, Woll- und Tuchfärberei, Krempelgebäude im Rohbau fertig oder doch im Aufbau begriffen. Der Grundgedanke, der in der Textilindustrie besonders naheliegt und in guten Fabriken wohl auch durchweg durchgeführt ist, nämlich bei den feststehenden Fabrikationsmaschinen eine wirkliche Fließfertigung[1]) durchzuführen, war aber noch nicht verwirklicht, und es bedurfte sehr eingehender und schwieriger Erwägungen, um diesen Gedanken einer vollkommen reibungslosen und fließenden Fertigung nachträglich in den ineinander geschachtelten Hochbauten durchzuführen.

Abb. 1
Lageplan der Einzelbetriebe in der Stadt

Ich habe den gesamten Umbau einschließlich der Schaffung der inneren technischen Einrichtungen bis zur betriebsfertigen Übergabe der laufenden Fabrikation in der Zeit vom September 1923 bis Juli 1924, unterstützt von meinem ersten Assistenten und Mitarbeiter, Dr.-Ing. Werner v. Schütz, durchgeführt. Die Leitung der rein baulichen und architektonischen Anlagen lag in der Hand von Dipl.-Ing. Gerhard Mensch, Berlin. Nach dem nunmehr gefaßten Plan wurde die Fabrik B zur Herstellung der Garne (Spinnerei), Fabrik A zur Herstellung der Tuche (Weberei und Appretur) ausersehen. Nach sorgfältiger Abwägung aller Vor- und Nachteile wurde beschlossen, nur eine Färberei anzulegen, in der die Rohstoffe, die Garne und die Tuche gefärbt und karbonisiert werden sollten, um nur einen Färbermeister, nur ein Farblager, vor allen Dingen nur einmal die kostspieligen Färberei- und Karbonisationsanlagen zu schaffen. Den Nachteil, der in der Hin- und Herbeförderung der Tuche zum Färben und Karbonisieren aus der Fabrik A nach B und wieder zurück lag, mußte man in Kauf nehmen.

Die Grundbedingung für die Durchführung des Baues war, daß keine von den Fabriken, die zur Zeit der Umbauten sämtlich voll beschäftigt waren, in ihrer Arbeit gestört werden durfte. Der Umzug mußte daher nach einem genau ausgearbeiteten Terminplan so bewerkstelligt wer-

[1]) Im Sommer 1923, mitten in der Hochinflation, redete in Deutschland noch niemand von Fließfertigung.

den, daß Störungen beim Abbruch der Maschinen und bei ihrer Wiederaufstellung so wenig wie möglich auftraten; das ist nahezu vollständig gelungen.

Da sich der ganze Bau in der Zeit der höchsten Inflation abspielte, so bedurften auch die finanztechnischen Überlegungen einer besonderen Fürsorge, und für sie wurde dann ein Finanzplan aufgestellt, der die von Fall zu Fall auf lange Sicht erforderlichen Geldsummen klarlegte und für die Gelddisposition der Geschäftsleitung von besonderer Bedeutung wurde.

Im folgenden sollen die Umbauten und Neubauten in beiden Hauptfabriken A und B besprochen werden:

Abb. 2
Fabrik B vor dem Umbau

Die Fabrik B

Diese Fabrik, Abb. 2, sollte nach der Auflösung der beiden Fabriken C in der Leipziger Straße und D in der Gerberstraße die Herstellung des fertigen Garnes von der Rohwolle übernehmen. Sie mußte daher in der Reihenfolge des Fertigungsganges enthalten:

1. Wollager, 2. Lumpenlager, 3. Sortiererei, 4. Wollwäsche, 5. Wollkarbonisation, 6. Färberei, 7. Wolltrocknerei, 8. Reißerei, 9. Wolferei, 10. Krempelei, 11. Spinnerei, 12. Garnspulerei, 13. Garnzwischenlager.

Dazu kommen die Hilfs- und Nebenbetriebe:

1. Kesselhaus mit Kohlenlager, 2. Maschinenhaus, 3. Ausbesserschlosserei und Schmiede, 4. Tischlerei, 5. Fahrzeugschuppen für Pferdefuhrwerk, Kraftwagen und Karren.

Gemäß Abb. 3 lag unmittelbar neben der Wollfärberei auch noch die Tuchfärberei und die Tuchkarbonisation, die zwar nicht zum Fertigungsgang dieser Teilfabrik gehörten, aber aus Zweckmäßigkeitsgründen dort untergebracht waren. Die fertigen Vortuche müssen also zum Färben und Karbonisieren einen Hin- und Herweg von der Fabrik A nach Fabrik B und zurück machen. Dieses ist die einzige bewußte Abweichung vom fließenden Fabrikationsgang, die sich aus wirtschaftlichen Gründen, sowohl was den Färbprozeß wie die Wärmeausnutzung anlangt, rechtfertigt.

Bei Beginn meiner Arbeiten waren gemäß Abb. 2 vorhanden:

1. ein vierteiliges Wollager von großer Grundfläche, aber ohne alle Transportgeräte und Hebezeuge; der 5,8 m hohe Raum konnte also nicht genügend ausgenutzt werden, weil die Stapelei der schweren Partien in Säcken oder Packen in der üblichen Weise mit der Hand ausgeführt werden mußte.

2. Die Woll- und Tuchfärberei in einer wenig glücklich gewählten Gebäudeform und daher mit einer völlig unzureichenden Entnebelung.

3. Ein im Bau befindlicher und bis zum 2. Stockwerk im Rohbau fertiger Eisenbetonbau für die Krempel. Wie Abb. 3 zeigt, steht dieses Krempelgebäude in baulicher mittelbarer Verbindung mit einem alten vorhandenen Spinnereigebäude, das zu jener Zeit noch mit einer Wolferei, Krempelei, Spinnerei, Zwirnerei, Weberei, Walke und Appretur, also fast mit einer ganzen Volltuchfabrik aus alter Zeit belegt war.

Ferner standen auf dem Grundstück noch: 1. das alte Kesselhaus mit einem 30 Jahre alten Flammrohrkessel von 100 m² Heizfläche mit nachträglich eingebauter vorfeuerung, 2. ein Maschinenhaus, enthaltend ein leistende alte Dampfmaschine mit Schiebersteuer ND-Teil und eine Reihe kleinerer Nebengebäude, Teile der Wolferei, Leimerei und Schärerei sowie stoffwebereien untergebracht waren und die sich tem Durcheinander um das alte Maschinen- und haus anordneten. Es bestand der Plan, diese schon wegen der Feuergefahr in ihnen völlig ve den zu lassen und insbesondere die Spinnerei Wolferei feuersicher abgetrennt aufzuführen. D Plan, Abb. 3, zeigt, daß nunmehr die Spinnerei in dem alten Bau, völlig von andern Fabrikationssta trennt, zusammengefaßt ist. Ein breiter Hof zwisc Bauwerken sichert diesen an sich feuergefährlic trieb.

Die neu geplante, aber noch nicht ausgeführt karbonisation gehört nach diesen Erwägungen un neben die Färberei. Es wurde daher ein Teil de lagers für diesen Zweck ausgeräumt. Das Farbla sich innerhalb der Färberei an einer von Da strichenen, also sehr feuchten Stelle befand, mußte, erheblichen Verluste an Farben zu verhüten, e umgeräumt werden und ist in nächster Nähe de meisters in der Färberei, aber völlig trocken, g und unter scharfer Bewachung untergebracht.

Für die Reißerei zur Herstellung der Kunstw gab sich als bester Platz ein Neubau, der sowohl z ferei wie auch zum Woll- und Lumpenlager kürz förderungswege hatte. Abb. 4 beweist, daß eine Glättung des Arbeitsganges gelungen ist.

Von den Neben- und Hilfsbetrieben ist der wi das Kessel- und Maschinenhaus, einmal wegen der dann wegen der Kraftverteilung. Das vorhandene haus stand mit Rücksicht auf den vollständi alteten, überlasteten und mißhandelten Flammro unmittelbar vor dem Zusammenbruch. Für den stehenden Winter 1923/24 wurde daher durch sc Beschaffung einer 80 PS leistenden Lokomobi dringendsten Not gesteuert. Der für den Flammro Lokomobilkessel gleichzeitig zu kleine Schornstein durch eine vorläufige künstliche Zuganlage verw gemacht. Da die Färberei der Hauptdampfverbrau so mußte das neue Kesselhaus möglichst dicht an d

Abb. 3
k B nach dem Umbau

ebäude gelegt werden. Um den Betrieb nicht zu , wurde der Neubau nebst Schornstein neben den für etrieb vorläufig nicht entbehrlichen alten, genau in itte des Werkes so eingefügt, Abb. 4, daß das alte ohne Betriebstörung in der Erweiterung des neuen ıen konnte.

ie Ermittlung des Kraftbedarfes zur Bemessung der u beschaffenden Dampfmaschine machte erhebliche wierigkeiten.

den Angaben 'irmen, die die maschinen geoder die in Auftrag , sowie der rofirmen, die ufstellung von lantrieben berten, ergaben etwa 900 bis 'S. Sehr sorgausgeführte ngen, gestützt rfahrungen an lrer Stelle[2]) ten mich zu der eugung, daß veder zweck- sei, den reiEinzelantrieb den reinen uppenantrieb zuführen, sone nach den Umen, die sowohl ler Maschinenie der Maschifstellung, wie h von den Gen, die zum Teil waren, abhineine gemischte Anordung zu wählen, die zur Aufstellung einer Dampfmaschine von rd. 600 PS führte. Berücksichtigt wurde insbesondere dabei, daß eine Anzahl von Textilfabriken bei Drehstromantrieb mit einem Leistungsfaktor arbeiteten, der von nur $\cos\varphi = 0{,}3$ auf 0,55 (im günstigsten Fall) gesteigert werden konnte, während es uns gelungen ist, schon bei einer nur ⅔ beschäftigten Fabrik (Zustand im Juli 1924) auf $\cos\varphi = 0{,}76$ zu kommen, der bei voll ausgebauter Fabrik mit Sicherheit auf 0,82 bis 0,85 zu steigern ist. Auch die neu aufgestellte Dampfmaschine brauchte bei etwa ⅔ Belastung der Textilfabrik nur 450 PS Gesamtleistung zu erzeugen; sie ist also richtig bemessen gewesen. Für die Aufstellung des neuen Kraftwerkes war ein neues Maschinenhaus nötig, wofür der dem neuen Kesselhaus am nächsten liegende Eckteil des vorhandenen Wollagers gewählt wurde, das bei voller Ausnutzung durch Hebezeuge in der Höhe noch immer überreichlich bemessen war.

Ein eigentliches Garnlager sollte in der Fabrik B nicht geschaffen werden, sondern nur so viel Raum zur Verfügung stehen, daß die Tagesleistung so lange aufgestapelt werden konnte, bis der Transport des Garnes in die eigentlichen Garnlager der Fabrik A im Lauf oder am Abend des Arbeitstages ausgeführt war. In dieser Fabrik wurde ein von mir schon an andrer Stelle gefaßter Plan voll zur Durchführung gebracht, nämlich die Garnkopse von dem Augenblick ihrer Fertigstellung auf den Spinnstühlen bis

Abb. 4
Fließen des Produktes durch die Fabrik B

[2]) Vergl. „Werkstatts-“ Bd. 17 (1923) S. 585.

Abb. 5
Fabrik A,
Grundriß nach
dem Umbau

zum Augenblick ihres Gebrauches auf den Webstühlen in solche Transportgeräte zu packen, daß sie nicht wieder angefaßt zu werden brauchten, auch nicht wenn sie vor dem Weben mit Rücksicht auf die Kräuselneigung der Wolle gedämpft werden. Die Lösung wurde in der Konstruktion eines neuartigen Drahtkorbes (DRP ang. Sc[...] gefunden, vergl. Abb. 11, der gleichzeitig so au[...] war, daß er als Stapeleinrichtung im Garnlager [...] bar zu verwenden ist. Es genügt daher, an eine[...] den Stelle einen freien Raum zur Verfügung z[...] der möglichst nahe am Tor liegt, wo die fertig[...] in Normalkästen aufgestapelt werden (vergl. S. 1[...]

Die Fabrik A

Die Herstellung eines f[...] Arbeitsganges stieß in diese[...] auf sehr erhebliche Schwier[...] weil ein eigentlicher Neuba[...] durchführbar war, sondern n[...] eine Aufstockung der vor[...] Bauten neuer Bodenraum g[...] werden konnte. Die baupo[...] Genehmigung zur Aufstock[...] Gebäude 8 und 11, Abb. 5, und [...] oder Neubau der Rauhe[...] einem schmalen Hofteil unmit[...] der Grenze zum Nachbargr[...] und noch dazu über einem [...] denen Mühlgraben wurde s[...] erlangt.

Dazu kam, daß sämtlich[...] stätten bereits scheinbar vo[...] waren und jede Umordnung a[...] dingung geknüpft war, die Fertigung garnicht o[...] nur so wenig wie möglich zu stören. Es durften [...] immer hintereinander die Maschinen dem Betrieb [...] werden, deren Umzug notwendig war.

Eine genaue Durcharbeit des Arbeitsganges er[...] man, wie man es sich ursprünglich gedacht hatte, [...] stühle mit der gesamten trockenen und nassen [...] hier nicht unterbringen konnte. Der Platz reic[...] aus, ganz abgesehen davon, daß bestimmte Abteilu[...] die Zwirnerei, der Nähsaal, die Schärerei und d[...] lager wenig glücklich hinsichtlich der Transporte [...] natürlichen Belichtung vorgesehen waren.

a Fahrstuhl

Abb. 6
Fließen des Produktes durch die Fabrik [...]

ne erneute genaue Durcharbeit ergab aber schließ-
och die Möglichkeit, die gestellte Aufgabe zu lösen,
mit dem Ergebnis, daß auf diesem Grundstück nach
der Verhältnisse dann jedes Quadratmeter aus-
t und eine weitere Vergrößerung der Produktions-
itung, von Verbesserungen an den Arbeitsmaschinen
abgesehen, nicht weiter möglich war.

ls grundsätzliche Richtlinien bei der Anordnung der
stätten verlangte die Fabrikleitung, daß die Herstel-
der Schuhstoffe und der Konfektionsstoffe räum-
möglichst vollkommen von einander getrennt
n sollte, und zwar mit Rücksicht darauf, daß
huhstoffe wirtschaftlich nur auf sehr schweren
möglichst breiten Webstühlen hergestellt werden
n. Die Webbreite der Schuhstoffstühle betrug bis zu
die Kettbaumlänge über die Enden gemessen 3,4 m.
schweren Stühle mußten daher in dem Gebäude 8, das
ößte Gebäudetiefe hatte, aufgestellt werden. Alle
aus den Fabriken B und D wurden daher in diesem
rk zusammengezogen, und man konnte in diesem
de den Arbeitsgang nun wirklich nach den laufenden
sfolgen durchführen. Garnlager, Spulerei, Dämpferei,
härerei, Leimerei, Weberei bis zur Einnäherei waren
igt.

alls es notwendig war, Garne vor der Verwendung zu
en, mußten sie vor dem Weben die Zwirnerei durch-
, die in dem Teilgebäude 8 deshalb am besten unter-
ht werden konnte, weil nunmehr wegen des günsti-
Lichteinfalles alle Zwirnmaschinen in der Querrich-
ufstellbar waren, daher von beiden Seiten Licht be-
und nun möglichst unter Vermeidung von künst-
Beleuchtung sämtlich die Verarbeitung von dunklen
ellen Garnen durcheinander gestatteten, was bei ihrer
igen Unterbringung in Längsanordnung in dem Ge-
14 nicht anging, ganz abgesehen davon, daß in dem
de 14 zwei Stockwerke, nämlich das 2. und 3., mit
wesentlich größerem Raumbedarf in Anspruch ge-
en wurden als an der neuen, auch im Arbeitsgang
en Stelle. Der Platzgewinn durch die Umstellung der
erei war ganz erheblich.

leichzeitig bei der Umstellung der Zwirnmaschinen
dann darauf Rücksicht genommen, daß immer
pindeln in einem Akkord arbeiten, daß es daher
zweckmäßig ist, längere Maschinen als 100-spindlige
wenden und auch möglichst nicht kürzere, falls man
rzen nicht so anordnen kann, daß sie zusammen die
le Akkordziffer von 100 Spindeln ergeben. Eine für
bäudetiefe zu lange Maschine von 120 Spindeln wurde
auf 100 abgeschnitten, nachdem sich herausgestellt
daß 20 Spindeln mehr als 100, die ursprünglich vor-
n waren, aus Akkordrücksichten nie benutzt worden
Das ging so weit, daß von dem unbenutzten Ende
) Spindeln eine ganze Anzahl von Teilen zu Aus-
ungen an den übrigen Spindeln bereits Verwendung
len hatte, so daß diese längere Maschine trotz der
inglich guten Absicht nicht ausgenutzt worden war.

er Arbeitsgang, Abb. 6, spielt sich nun folgender-
ab: Anfuhr des Garnes aus der Fabrik B durch
vagen, Beförderung durch einen Fahrstuhl *a* in das
kwerk unter dem Dachgeschoß, von hier aus Herstel-
er Ketten in der Kettschärerei und Leimerei im Dach-
oß, Transport der Kettbäume zu den Webstühlen im
und 1. Stockwerk durch einen besonders konstruierten
tuhl mit den nötigen, ungewöhnlich langen und
len Breitenabmessungen.

ie Rohtuche gelangen aus den beiden oberen Web-
auf Rutschen in die Einnäherei[2]) im 1. Stockwerk des
des 8. Diese Einnäherei war vorübergehend im Ge-
14 untergebracht worden und sollte später im Ge-
10 Platz finden, sie liegt nur richtig an ihrer jetzigen
im Gebäude 8, im Mittelpunkt sämtlicher nach unten
der Webereien und unmittelbar über der Walke und
ie.

ie Tuche fallen dann aus der Einnäherei durch Öff-
n (geplant) im Boden zur Schuhstoffwalke in der
Hälfte des Erdgeschosses des Gebäudes 8.

[2]) In Abb. 6 mit „Stopferei und Nopperei" bezeichnet.

Abb. 7
Fabrik A,
Neuaufstellung
der Trocken-
maschinen

Wir haben aus diesem Grunde alle mit Konfektions-
stoffen besetzten Räume des Gebäudes 8, die sogar noch
Selfaktoren und Krempel hatten, ausgeräumt und den Spinn-
saal des 2. Stockwerkes durch Versetzen der Säulen in
einen Websaal verwandelt. Die Schuhstoffe wandern aus
der Walke ebenerdig in die neu ausgeführte Rauherei
hinter dem Gebäude 8 und 10, über die Trockenmaschine,
Abb. 7, in das 1. Stockwerk des Mittelgebäudes 10 zur
Schuhstoffappretur und werden von hier aus in das Tuch-
lager im Kellergeschoß weiterbefördert.

Für die Konfektionsstoffe wurde ein grundsätzlich
andrer Arbeitsgang als für die Schuhstoffe gewählt, weil
zwei Häuser, die Gebäude 9 und 14, besetzt werden mußten,
die im rechten Winkel zueinander standen, und bei deren
voller Ausnutzung die Vereinigung der Maschinen nach
Arbeitsfolgen wie Schären, Leimen, Weben nicht durch-
führbar war. Ich habe daher hier im Gegensatz zu der
Zentralisierung der Schärerei für die Schuhstoffe im Ge-
bäude 8 den Ausweg gewählt, für jede Gruppe von 10 bis
14 Webstühlen eine Schärmaschine in demselben Stockwerk
aufzustellen und auf diese Weise den Senkrechttransport
der Kettbäume mit der Kette oder mit dem Tuch ganz zu
sparen. Das konnte in diesem Fall auch deshalb geschehen,
weil die Ketten dieser Art Konfektionsstoffe nicht geleimt
werden, der Weg von der Schärmaschine zur Leimmaschine
also nicht in Frage kam.

Eine Dezentralisierung der Spulerei dagegen, die ja
auch bestimmte Vorteile hat, wurde nicht durchgeführt, son-
dern die Spulmaschinen stehen zentralisiert neben dem
Hauptgarnlager in der Zwirnerei unter Aufsicht des
Garnlagerverwalters. Es gibt eine Anzahl von Webereien,
bei denen die Spulmaschinen mit den Webstühlen in
einem Raum untergebracht sind, derart, daß das Spulen und
Weben gewissermaßen in einem Akkord liegt und von den
Webern überwacht wird. Es muß zugegeben werden, daß
das bestimmte Vorteile hat, weil der Weber nunmehr bemüht
sein wird, für die Beschäftigung der Spulmaschinen dauernd
zu sorgen. Der hier gewählte Weg ist aber bei genügen-
der Aufsicht und bei scharfer Durchorganisation des Garn-
lagers durchaus gangbar, und er hat sich im vorliegenden
Fall auch befriedigend bewährt.

Das Gebäude 9 diente schon lange vor dem Umbau der
Konfektionsweberei. Dies ist das einzige Gebäude, das
von der Verlegung von Werkstätten und vom Umzug von

Maschinen nahezu unberührt geblieben ist; nur die Umstellung auf elektrischen Betrieb seiner Gruppenantriebe und die Umstellung von Gleichstrom auf Drehstrom ist hier während des Betriebes durchgeführt worden.

Der Arbeitsgang verläuft in diesem Hause von oben nach unten, und zwar arbeiten im

3. Stockwerk: 20 Webstühle und 2 Schärmaschinen,
2. „ 27 „ „ 2 „
1. „ 26 „ „ 2 „

Erdgeschoß: Konfektionsappretur.

Die Webstühle in drei Stockwerken haben durchweg $^{14}/_4$ sächsische Breite[8]).

Das Gebäude 14 enthielt vorher im:

4. Stockwerk: Garnlager,
3. „ Zwirnerei,
2. „ Zwirnerei,
1. „ Einnäherei für Konfektionsstoffe,

Erdgeschoß: Betriebsmittellager und einen Teil des Garnlagers.

Dieses Gebäude mußte nach und nach geräumt werden, das alte Garnlager wurde mit dem übrigen Garnlager vereinigt, die Zwirnerei kam in das 3. Stockwerk des Gebäudes 8, die Einnäherei ebenfalls in das Gebäude 8 (1. Stockwerk), das Betriebsmittellager in das Gebäude 11, das Verwaltungshaus. In das Gebäude 14 selbst kamen nach und nach alle in der Fabrik noch im Betrieb befindlichen Konfektions-Webstühle, es wurde also vollständig einem neuen Bestimmungszweck zugeführt und als geschlossene Konfektionsweberei eingerichtet,

Man sieht aus diesen Betrachtungen, daß die Zusammenfassung der Garnlager im obersten Stockwerk notwendig war, damit man den sich hieraus selbsttätig ergebenden Arbeitsgang von oben nach unten störungsfrei durchführen konnte. Auch waren die Dachgeschosse meist wenig für die Aufstellung von Arbeitsmaschinen geeignet, und so ergab sich ein Zentralgarnlager oben in den drei Bauwerken, die zwar räumlich nicht weit voneinander entfernt waren, bei denen aber Verbindungen durch Brücken hergestellt werden mußten, Abb. 8. Das Garnlager zur Schuhstoffweberei kam in das Gebäude 8 und konnte für sich und ohne Verbindung mit den übrigen Garnlagern bleiben. Die Garnlager für Konfektionsstoffe liegen im Verwaltungsgebäude 11 und im Mittelgebäude 10. Die Nachrechnung der erforderlichen Lagerfläche ergab unter Benutzung der oben erwähnten Drahtkörbe, daß der Bedarf des ganzen Hauses bei Vollbetrieb mühelos gedeckt werden konnte, wenn man die beiden obersten Stockwerke des Mittelgebäudes 10 zur Verfügung stellte. Diese beiden Stockwerke erhielten durch eine Wendeltreppe und einen Handaufzug genügende Verbindung. Sie wurden durch einen bereits vorhandenen Fahrstuhl an der Stoßstelle zwischen Gebäude 9 und 11, Abb. 5, unmittelbar vom Hof her beschickt. Die Weberei des bestehenden Gebäudes 9 mußte nunmehr durch den gleichen Fahrstuhl aus beiden Garnlagern mit Garn versorgt werden, während zu dem etwas entfernter gelegenen Webereigebäude 14 eine Verbindungsbrücke, Abb. 8, zwischen den Gebäuden 10 und 14 geschlagen werden mußte.

Für die Unterbringung der Spulerei an zentraler Stelle für die gesamte Fabrik für Schuh- und Konfektionsstoffe wurde als günstigster Platz das Gebäude 10 gewählt, weil sie dann inmitten der Garnlager und der Webereien liegt. Das 2. Stockwerk wurde daher für diesen Zweck vorgesehen. Die Garnlager liegen jetzt unmittelbar über und neben der Spulerei; eine Brücke über den Hof zum Gebäude 8 war bereits vorhanden. Die ursprünglich im Mittelgebäude 10 vorgesehenen Werkstätten, im

4. und 3. Stockwerk: das Garnlager,
2. und 1. Stockwerk: die Schuhstoffweberei,

Erdgeschoß die Tuchtrocknerei,

mußten nach diesem Plan umgestellt werden.

Besondere Schwierigkeiten waren bei der Umstellung der alten Trockenmaschinen zu überwinden. Es waren im ganzen drei vorhanden, und zwar zwei etwa gleichartige, von denen die eine in der Fabrik B, die andere im Erdgeschoß des Mittelgebäudes 10 der Fabri eine dritte, andrer Herkunft, war ebenfalls im Er des Gebäudes 10, Fabrik A, untergebracht. Da schoß des Mittelgebäudes, das an die Wäscherei ist an sich die richtige Stelle im Arbeitszuge de nur standen die Trockenmaschinen in falscher Umwege und Transporte über den Hof ließen s vermeiden. Es wurde daher der Plan ausgef Trockenmaschinen um 90° zu drehen, so daß sie Längsachse, d. h. mit ihrer eigenen Transport- beitsrichtung in den Arbeitsgang der Tuche ge den, Abb. 7. Um den Betrieb nicht zu stören, die Maschinen z. T. sehr alt waren, wurde eine schine gekauft und an der vorgesehenen Stelle tigen Arbeitsgang aufgestellt. Ihre an sich verä Breite wurde so bestimmt, daß die breitere (Mantelstoffe) in der Regel über diese Maschin sollten. Nachdem die Maschine im Betrieb war, die beiden gleichartigen Maschinen in den Fab

Abb. 8
Neue Verbindungsbrücken zwischen den Garnla

und B abgerissen und zu einer langen Maschine heblich größerer Leistung an ihrem neuen Aufst platz vereinigt, die nun in der Hauptsache für tionsstoffe arbeiten sollte. Die dritte übrigbleibe Maschine wurde dann nach Inbetriebnahme der zus gesetzten Maschine anderweitig verwendet. Der gewordene Erdgeschoßraum des Mittelgebäudes das darüberliegende Stockwerk wurden zur A für Schuhstoffe eingerichtet.

Die fertigen Rohtuche werden im ersten Sto aus sämtlichen Bauten gesammelt. Im Gebäude men sie im glatten Arbeitsgang von oben unten, im Gebäude 11 ebenso, nur im Gebäude sen sie vom Ergeschoß mittels des Fahrstuhles erste Stockwerk gehoben werden, aber auch hier sie in der Hauptsache von oben nach unten, u mehr ist als Lösung der schwierigen Aufgabe, s Rohtuche in die zentral gelegene Einnäherei bäude 8 zu bringen, ohne den Hof zu berühren, ei Gang geschaffen worden, der in der Höhe des

[8]) $^{14}/_4$ sächs. Breiten = $^{14}/_4$ sächs. Ellen, $^{1}/_4$ sächs. Elle = 14,2 cm, $^{14}/_4$ sächs. Breiten = 198,8 cm. Der umständliche Weg der Umrechnung läßt den Wunsch angebracht erscheinen, daß die im Gang befindliche Normung im Textil-Maschinenbau das metrische Maßsystem zur Aufnahme bringen wird.

werkes auf dem Dach der neuen Rauherei liegt, 6, und der mit Wagen befahren werden kann. Da- t die Fließfabrikation durchgeführt unter Benutzung ürzesten Wege, und ohne daß die Rohtuche durch reie wandern müssen; der Transportgang über der rei ist gedeckt. Aus der Einnäherei gelangen die durch- enen Stoffe in die beiden Walken im Erdgeschoß. Die re ist ausschließlich für Schuhstoffe, die hintere onfektionsstoffe bestimmt, beide Walken sind räum- oneinander durch das dazwischenliegende Maschi- us und die Transformatorenanlage getrennt.

as Gebäude 11 wird hauptsächlich für Bureauzwecke nutzt. Es enthält nur noch das Betriebsmittellager eiten Stockwerk. Dieses Lager konnte leider nicht ener Erde untergebracht werden, weil Raum dafür frei zu machen war. Die Lage im zweiten Stock- ist aber erträglich, weil das Lager inmitten sämt- Fabrikationsstätten liegt, durch einen Fahrstuhl n zu erreichen und mit dem ganzen Haus durch orhandene Brücke und die Fahrstühle störungsfrei nden ist. Was die in dem Erdgeschoß befindlichen steigen müssen, sparen die in den oberen Stock- n tätigen Meister und Arbeiter an Abwärtswegen. Bureaugebäude hatte ursprünglich im 3. Stockwerk arnlager (das ist so geblieben), im 2. Stockwerk us, im 1. Stockwerk Bureaus und Rauhmaschinen und

Abb. 9. Die verschiedenen Garnkopse

dgeschoß die Schlosserei. Heute sind im 3. Stock- das Garnlager, im 1. und 2. die Bureaus und das bsmittellager, im Erdgeschoß die Fertigmacherei er Tuchversand. Überschaut man die geschaffenen htungen, so wird man zugeben müssen, daß trotz der ckelten Lage der Gebäude zueinander, trotz des der Baulichkeiten und der Störung der Arbeits- durch die Aufstockung eine vollständige Aus- ng der Räume bis auf das äußerste und ein durch- glatter Arbeitsgang durch die Neuordnung der portwege geschaffen worden ist.

s hätte meinen Wünschen entsprochen, das Braun- lager, das jetzt noch einen großen Teil des vorderen einnimmt und das eine ständige Quelle für Staub Schmutz darstellt, durch einen Hochbunker zu er- , doch mußte dieser Plan vorläufig zurückgestellt n. Seine Durchführung ist deshalb nicht so wichtig or der Neuordnung, weil infolge der geschaffenen en und Dachwege und der grundsätzlichen Vermei- des Transportes von Gütern über den Hof ein Durch- ten des schmutzigen Hofes kaum noch in Frage t.

Der Umzug

ie gesamte Herstellung der Neubauten, ihre Aus- ng mit Antriebvorrichtungen wie Transmissionen, enmotoren, Einzelmotoren, Beleuchtung, Heizung, tühlen usw. mußte ohne Störung des laufenden Be- s erfolgen. Ein eingehender Zeitplan wurde daher arbeitet, der allen beteiligten Beamten als Richtschnur für die Umstellung diente, und der auch zeitlich trotz großer Schwierigkeiten nahezu eingehalten worden ist. Die Gesamtzeit für die vollständige Umstellung betrug kaum ein Jahr von der 1. Maschinenaufstellung bis zur letzten Betriebsabnahme. „Provisorien" sind fast durchweg vermieden worden.

Wenn sie dagegen garnicht zu vermeiden waren, dann wurden als vorübergehende Einrichtungen nur solche getroffen, die mit einem Mindestmaß von Zeit und Geldaufwand zu bewirken waren, wie z. B. die unumgängliche vorläufige Aufstellung der Einnäherei im Mittelgebäude 10 auf etwa acht Wochen, die aber nur das Hin- und Hertragen der Nähtische in die neuen Räume erforderte.

Um der Geschäftsleitung einen Überblick in die Hand zu geben, wann die einzelnen Bestellungen abzugeben waren, wurde nach Berücksichtigung der Klärung der Aufträge und der Festlegung der Liefer- und Aufbauzeiten auf Grund des Umzugsplanes ein Bestellplan ausgearbeitet, dessen Termine gleichzeitig die Anhaltpunkte gaben, um die geldliche Belastung des Unternehmens auf Grund der Bestellungen in den einzelnen Monaten vorher zu bestimmen.

Die Beförderungs- und Lagereinrichtungen

Garnlagerung und -förderung

Der Verlauf der Rohstofftransporte mußte schon bei der Klarlegung des Arbeitsganges gestreift werden. In Frage kamen Rohwolle, Kunstwolle, Vorgarn, Garn, Zwirn, Tuch und Betriebshilfsstoffe. Von diesen Stoffen ist besonders das Garn in Form von Kopsen und Drahtspulen schwierig bei der Beförderung und beim Lagern zu behandeln. Es kommen Garne der verschiedensten Sorten vor, Abb. 9. Sie unterscheiden sich nicht nur in der Güte und in der Dicke des Fadens, sondern auch in der Farbe und in der Vorbehandlung, sie sind gedämpft oder ungedämpft, gezwirnt oder ungezwirnt. Die Kopse haben entsprechend dem Verwendungszweck sehr verschiedene Formen. Alle diese Umstände geben eine Vielgestaltigkeit, die eine sehr fein durchgearbeitete Lagerorganisation, aber auch geeignete Transport- und Lagerbehälter zur Voraussetzung hat. Auch die Menge spielt eine Rolle; denn es kommen „Partien" vor, von den kleinsten, wenige Kilogramm betragenden Mengen, bis zu je 1500 kg. Die Lagereinrichtung muß also außer der Übersichtlichkeit auch die Unterbringung jeder Menge im beliebigen Wechsel möglich machen.

Als Beförderungsmittel dienten in dieser Fabrik bisher die üblichen Weidenkörbe, Holzkisten und Schwingen, Abb. 10, und als Lagereinrichtung standen aus Holz hergestellte Bunker, die von oben oder von der Seite her meist durch besondere Packerinnen beschickt werden mußten, zur Verfügung.

Es ist klar, daß bei der Verschiedenartigkeit der Lager und der beförderten Behälter, ferner durch das mehrfache Umpacken und Umschütten, Beschädigungen der Kopse eintreten mußten, und es wird sich bei der Kostbarkeit des Gutes (Wolle) schon eine geringfügige Schonung, z. B. durch Verringerung des Abganges infolge Beschädigung, auch eine in der Anschaffung nicht ganz billige Umschaltung von Garnlagerung und -förderung in kürzester Zeit bezahlt machen. Materialersparnisse von ½ bis 1 vH, je nach der Güte der früher vorhandenen Einrichtung, sind erzielbar.

Dazu kommt eine Reihe andrer wesentlicher Bedingungen, die zur Konstruktion eines neuartigen (in allen Kulturstaaten geschützten) Transportkorbes geführt haben. Der Leitgedanke dabei war: ein Umpacken des Garnes vom Selfaktor bis zum Webstuhl ist unbedingt zu vermeiden, auch dann, wenn ein Dämpfvorgang einzuschieben ist. Aus diesem Gedanken entstand der Drahtkorb (Sparkorb), Abb. 11, aus verzinktem Gewebe mit starren Umfassungsrahmen. Dieser Korb ist groß genug, um eine ausreichende Menge von Kopsen, und zwar möglichst einen ganzen oder einen halben Selfaktorabzug zu fassen; aber doch nicht zu groß und zu schwer, damit er auch von Frauen bequem getragen werden kann; wiederum nicht zu klein, damit die Körbezahl wegen der Anschaffungskosten gering wird.

Abb. 10
Altes Garnlager

Abb. 11
Neues Garnlager. Stapelung von Sparkörben

Nach eingehenden Versuchen, bei denen die Maschengröße, die Art des Gewebes und der Verteilung, das Verzinkungsverfahren usw. genau bestimmt wurden, entstand der Einheitskorb. Dieser wäre ganz allgemein für die Textilfabriken normbar, wenn man in den Tuchfabriken zur Zeit nicht mehr mit einem Gemisch von alten und neuen Spinnmaschinen mit den verschiedensten Spindelzahlen, Spindelgrößen und Herstellungsarten zu rechnen hätte, und wenn man auch nicht die örtlichen Verhältnisse zum Teil berücksichtigen müßte. Die Drahtkörbe sind so hergestellt, daß einer auf den andern (bis zu sieben) gestellt werden kann, Abb. 11. Ein solcher Stapel bildet dann die ortbewegliche Einrichtung des Garnlagers. Ständer usw. werden also unnötig, sofern es sich um gängige Sorten des Garnes handelt, die in großen Partien, also mit mindestens 25 kg Gewicht vorkommen. Bei kleineren Mengen muß man Abhilfen treffen, die weiter unten beschrieben sind. Auf diese Weise kann man mindestens 80 bis 90 vH der gesamten Garnlagermenge ohne zusätzliche Lagereinrichtungen unterbringen. Die zusammengehörigen Körbe werden durch bestimmte Karten oder Zeichen, als zum gleichen Abzug gehörig, kenntlich gemacht. Ihr Inhalt ist außerdem von außen her deutlich sichtbar, so daß eine Verwechselung oder Vermischung von Garnsorten unmöglich ist.

Außer den großen Körben kann man zur Unterbringung kleinerer Partien kleine Körbe, die eine Hälftung oder Viertelung des großen darstellen, anschaffen, die also auf demselben Bodenraum des großen Korbes ohne Änderung des Grundgedankens aufstellbar sind. Damit ergibt sich eine Raumausnutzung im Garnlager, wie sie vollkommener schwerlich erzielt werden kann. Den Inhalt der halb- und viertelgroßen Körbe kann man auch in Ständern unterbringen, da das Umpacken kleiner Spulenzahlen nicht ins Gewicht fällt. Die Einführung des Drahtkorbes hat als wirtschaftliche Ergebnisse:

1. Ein Umpacken der Garnkopse von der Spinnmaschine bis zur Schärmaschine oder bis zum Webstuhl findet nicht mehr statt.
2. Das wiederholte Abwägen der leeren Sp (Tarierung) fällt fort, während es bei de kisten, Weidenkörben und dergl. wegen d ernden Verschleißes sowie der wechselnden tigkeitsaufnahme täglich notwendig ist.
3. Der Sparkorb dient als Dämpfbehälter, oh man umzupacken braucht, Abb. 12.
4. Der Abgang von Garn infolge von Besch durch mehrfache Umlagerung fällt fort.
5. Die Sparkörbe ersetzen infolge der Möglich ohne Fachgerüste unmittelbar übereinander peln, die bisherigen Garnlagereinrichtung Holz oder Metall.
6. Die Zahl der notwendigen Transportma sinkt auf das Mindestmaß; die Packerinnen i lager fallen ganz fort. Ein Mann bedient ein Lager mit 30 000 kg bis 40 000 kg Inhalt.
7. Die Durchsichtigkeit des Drahtgewebes g Einblick in den Korbinhalt nach Mengen und Sie hat eine sehr große Übersichtlichkeit in und eine leichte Disposition der Sorten zu Die Abzüge bleiben bis zum Verbrauch zu was für die Güte der gewebten Stoffe bed voll ist; sie können auch planmäßig für de stuhl zusammengestellt werden, was nach lichen Durcheinanderwerfen der Kötzer in d kern und Fächern unmöglich ist.
8. Der verhältnismäßig kleine Inhalt des Spa (Partie) von 20 bis 30 kg für normale, vo 15 kg für halbe, von 5 bis 7 kg für Viert (Normalunterteilung) bedeutet eine sehr gr günstige bisher unerreichte Raumausnutzu Garnlagerbodenfläche, weil durch das Überei stapeln der Körbe (bis zu 7 Stück) in diesen Einheiten und in Reichhöhe des Lagerist Bodenraum in ganz anderer Weise ausgenutzt kann, als durch die üblichen großen Lagerfäch Bunker, die meist ¼ oder ½ gefüllt sind un nie voll ausgenutzt werden können. Nach d

Abb. 13
Stapeleinrichtung im Wollager. Handlaufkran fü 500 kg mit Zange zum Heben von Ballen

Abb. 12
Körbe im Dämpfkasten

herigen mit Sparkörben gemachten Erfahrungen verlangten die alten Garnlager Grundflächen, die ganz wesentlich größer waren, als nach Einführung der Sparkörbe. Die Sparkörbe mit ihren kleinen Füllungseinheiten sind immer voll oder halb voll, also vorzüglich ausgenutzt. Sie können aber, wenn sie leer geworden sind, beiseite gestellt und mittels einfacher Stehleiter in sehr großer Höhe — bis 15 Stück — übereinandergesetzt werden, was man bei der festen Lagereinrichtung niemals kann. Man kommt also mit einer Geringstmenge von Sparkörben aus.

Da der Sparkorb auf dem Boden versetzbar ist, auch in Stapeln von sieben Körben sehr standfest bleibt und doch ohne jeden festen Zusammenhang mit dem Lagerraum selbst ist, so ist die Verlegung eines ganzen Garnlagers an eine besser passende Stelle oder in einen andern, vorhandenen Raum ohne jede Schwierigkeit und Vorbereitung in kürzester Zeit durchführbar. Der Raumhöhe paßt man sich durch Bemessung der Stapelmenge übereinander leicht an.

Die luftige Bauart mit Wänden aus Drahtgewebe, die den Zutritt von frischer Luft von allen Seiten, insbesondere auch von unten her ermöglicht, hat die Mottenschäden vollständig beseitigt.

Die Sparkörbe werden entweder durch Ziehen auf dem bloßen glatten Fußboden befördert, oder, wenn mehrere Sparkörbe übereinander gleichzeitig versetzt werden sollen, mittels einer kleinen, billigen, dreirädrigen Transportkarre, die mit dem Korb durch kleinste Gänge gezogen werden kann, und von denen vier bis fünf Karren auch für einen großen Betrieb bereits ausreichen, bei ganz geringen Anschaffungskosten.

Der Sparkorb ist besonders billig im Gebrauch. Ausbesserungen sind in den Fabriken, die den Sparkorb bisher in Benutzung genommen haben, nach zwei bis drei Jahren seiner Handhabung im scharfen Betriebe, weder an den Netzwänden noch am Traggerüst entstanden, außer bei ganz gewaltsamer Beschädigung.

Wollagerung und -förderung

hnlich wie die Garnlagerung ist auch die Wollage- durchgearbeitet worden. Das Wollager liegt in der ik B. Die Höhe der bereits vorhandenen neuen Schup- konnte mangels entsprechender Einrichtungen bisher genügend ausgenutzt werden. Abb. 13 zeigt den Ent- von Stapeleinrichtungen, die es gestatten würden, 6 Wollsäcke übereinander zu stapeln.

Nachdem die Wolle gefärbt und gewaschen ist, wird sie die „Manipulation" mit andern Wollsorten gemischt gelangt in die Wolferei, wo die Wollfasern aufgelockert eine Mischung der einzelnen Wollsorten (Bett) statt- t. Von der Wolferei geht die gemischte Wolle zu den

Abb. 14 bis 16
Druckluft-Förderanlage, Bauart Kirchhof

Abb. 17 und 18
Abtafeleinrichtung
Warentransport für zwei Tuchspannmaschin

Waschstoffappretur
Konfektions-appretur
von der Trockenmaschine
Spannmaschine 6 Etagen, 2 Felder
Spannmaschine
RZ413Z17u.18

einzelnen Krempelsortimenten. Die Förderung wird hier in üblicher Weise durch Druckluft (Bauart Kirchhof) bewerkstelligt.

Durch das Wolfen wird die Partie so stark aufgelockert, daß sie etwa den sechs- bis siebenfachen Raum der ungewolften Partie einnimmt. Eine mittlere Partie von 300 kg füllt den Raum von $6 \times 7 \times 3 = 126\ m^3$ vollständig aus. Im vorliegenden Falle sind in den einzelnen Krempelsortimenten geräumige Vorratkammern vorgesehen, in die die gewolfte Partie hineingeblasen wird.

Zunächst war die Aufgabe gestellt worden, von jedem Wolf möglichst in jede Kammer zu blasen, da nur so eine volle Raumausnutzung der Kammern gewährleistet erscheint. Eine buchstäbliche Lösung dieser Aufgabe hätte aber ein so erheblich verwickeltes Schalt- und Rohrnetz ergeben, daß die Gefahr des unbeabsichtigten Mischens von zwei verschiedenen Partien durcheinander bestand. Daher wurde eine vereinfachte Anordnung, Abb. 14 bis 16, von der Fa. Kirchhof, Werdau i. Sa., ausgeführt, die eine Fehlschaltung ausschließt. Die Lösung bestand in der Anlage von zwei Steigleitungen, von denen jede Abzweige zu den Kammern in allen Stockwerken hat. In jede dieser Steigleitungen kann die Wolle durch zwei nebeneinander liegende Wölfe geblasen werden, und zwar sind dieses die beiden Wölfe, die gewöhnlich zusammen arbeiten, der eine als Vor- und der andre als Fertigwolf. Bei dieser Hintereinanderschaltung bläst dann überhaupt nur ein W eine Leitung. Die Mündungen der Leitungen in die mern sind durch Hebelverschlüsse so eingerichtet niemals beide geöffnet sind, sondern, zwar beide ges sen, aber nur eine geöffnet werden kann. Da die G schaltung in der Regel einem einzigen zuverlässigen unterstellt ist, so liegt hierin wohl eine Gewähr, daß Fehlförderung vorkommt.

Fördereinrichtungen in der Fabrik

Für die Schuhstoffabrikation mit zentraler Kettsch im Dachgeschoß mußte eine Senkrechtförderung der bäume im Gebäude 8 angelegt werden. Der hierbei be Fahrstuhl ist bereits auf S. 1421 beschrieben. Für die führung der gefüllten Garnkörbe in das Garnlage Dachgeschoß wird natürlich dieser Fahrstuhl eb benutzt.

Der Beförderung der Tuche von der Trockenma zur Appretur dient die übliche Abtafeleinrichtung, A und 18, wobei die erste Trockenmaschine quer üb Hof in die Konfektionsappretur hinein abtafelt, wä die zweite Trockenmaschine die Schuhstoffe in das 1. werk in einem Seitengang der Schuhstoffappretur Die fertigen Tuche werden teils auf Winden, tei Wagen zum Tuchlager befördert. [B 413]

(Schluß folgt)

Große Rohölbehälter in Kalifornien

Der Inhalt der Rohölbehälter in Kalifornien hat in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Den größten Behälter hat zur Zeit die Pan American Petroleum Co. in Watson; dieser faßt 4,3 Mill. Faß oder rd. 650 000 m³. Die Tankanlage der Standard Oil Co. in El Segundo enthält 14 Behälter mit 3 150 000 m³ Inhalt. In diesen Behältern, die hauptsächlich zum Speichern von schweren Brennölen dienen, werden oft genug auch leichte Öle gelagert, allerdings nicht Benzin und ähnliche leicht flüchtige Brennstoffe. Die Behälter sind im allgemeinen kreisrunde oder elliptische, aus dem Erdreich ausgehobene Becken, deren Boden und Böschung festgestampft und dann mit rd. 12 cm dicker Eisenbetonschicht verkleidet wird. Die Dachkonstr besteht aus Holz, die Dacheindeckung aus Asphal Schotter oder einem ähnlichen Stoff. Zur Verhütun Bränden lagert man über dem Brennstoff oft Rau aus einer Dampfkesselanlage, die man mittels Wasser gebläses ansaugt und dabei auch abkühlt. Selbs Ventile im Dach verhindern, daß der Überdruck auf als rd. 0,02 at steigt. Diese Sicherheitsventile tret infolge der Tageshitze in Tätigkeit. Man rechnet für solchen Großbehälter mit einem Aufwand von 61 Betonfläche und 57 000 m² Dachfläche, 115 000 bis 150 Aushub, 6000 m³ Beton und über 450 000 m Holz („Engineering News-Record" Bd. 99 (1927) S. 416*)
[N 874 c]

Entwicklung des Perlitgusses

Von Dipl.-Ing. Gustav Meyersberg, Berlin

(Mitteilung der Studiengesellschaft für Veredelung von Gußeisen)

Geschichtliche Entwicklung — Festigkeit, Zähigkeit, Bearbeitbarkeit, Spannungsfreiheit, Gleichmäßigkeit des Gefüges, Lunkerfreiheit, Dichtheit, Verschleißfestigkeit, Gefügebeständigkeit in höheren Temperaturen

ine von Karl Sipp unter der Aufschrift „Perlitguß“ 1920 veröffentlichte kurze Mitteilung[1]) machte auf ein neues, durch Diefenthäler und Sipp erfundenes in der Gießerei von Heinrich Lanz, Mannheim, earbeitetes Verfahren aufmerksam, die Eigenschaften Gußeisens durch geeignete Gattierung und dieser anessene Regelung der Abkühlgeschwindigkeit zu verern. Die erreichte Biegefestigkeit, an Probeen von 30 mm Dmr. bei 600 mm Stützweite essen, war mit 51 kg/mm² bei 12,5 mm Durchung angegeben. Als besonders bemerkenswert war orgehoben, daß die Gußstücke trotz der hohen igkeit leicht bearbeitbar waren und die Härte nur Brinelleinheiten erreichte. Der Fortschritt gegen- dem damaligen Stande der Technik ergibt sich deut- wenn in Betracht gezogen wird, daß noch das ßereihandbuch“ 1922[2]) als mittleren Gebrauchswert Biegefestigkeit für die beste Gußeisensorte (Spezialder „drehhart“, mit Holzkohle gattiert ist) 35 kg/mm² it. Der neue Werkstoff hatte sich bereits in tischer Anwendung bewährt und außer der hohen igkeit noch andere wichtige Vorzüge gezeigt, z. B. e Widerstandfähigkeit gegen Abnutzung durch Rei-, bewiesen durch Kolbenringe, die bei Ausführung erlitguß zehnmal so lange gebrauchsfähig geblieben n als bei Ausführung in Grauguß.

Die kurze Veröffentlichung fand zunächst kaum Beung. Ein Erfolg zeigte sich nur insofern, als eine utende Maschinenfabrik, von den bisherigen Bauen für Verbrennungsmotoren nicht befriedigt, auf das Verfahren aufmerksam wurde und Versuchstücke ler Firma Heinrich Lanz bestellte. Die Bestellerin dann zum Perlitguß über und verwendet ihn seitdem eigendem Maße.

Die Aufmerksamkeit weiterer Kreise der Fachwelt le erst erweckt, als die Mitteilungen aus dem Materialungsamt zu Berlin-Dahlem Ende 1922[3]) eine Arbeit von . Dr. O. Bauer brachten, die sich in eingehender se mit dem Perlitguß beschäftigte. Sie behandelt Eigenschaften und Aussichten mit voller Ausführeit. Darüber hinausgehend würdigt sie die große dsätzliche Bedeutung der Erfindung, indem sie darhinweist, daß das Ergebnis auf einem neuen Wege, h bewußte Beeinflussung des Gefügeaufbaus, geen wurde. Wie im Schlußwort der Arbeit hervorben wird, ist damit gegenüber den beiden früheren icklungsstufen, der Beurteilung nach dem Bruchehen und nach der chemischen Analyse, eine dritte erreicht, die sich auf die Untersuchung der Mitruktur stützt und deren Ergebnisse planmäßig veret.

Die Mikrostruktur ist beim Perlitgußeisen[4]) durch vollständige Vorherrschen des als Perlit bekannten gebestandteils bei mäßiger Anwesenheit von Graphit, nnzeichnet. Zur planmäßigen Erreichung dieses Zules ist die Gattierung und ihr entsprechend die Abung einzustellen, beide entsprechend dem Anwensgebiet, für das das Gußstück bestimmt ist. Die Abung kann beeinflußt werden durch Nachbehandeln Form, durch Überhitzen der Schmelze (300° und über der Erstarrungstemperatur) oder Vorrmen der Gußform.

Nach Erscheinen der erwähnten Arbeit und nach n Vortrage, den Sipp auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, Hamburg 1923, hielt, begann sich die Anwendung des Verfahrens auszubreiten[5]). Im nachstehenden soll festgestellt werden, wie weit sich die Vorzüge, die dem Perlitguß bei seinem Erscheinen zugesprochen wurden, in der Praxis bestätigt haben.

Abb. 1
Festigkeitseigenschaften nach Bauer

G gewöhnliches Gußeisen — *Z* Zylindereisen — *P* Perlitguß
a Biegungsfestigkeit — *b* Durchbiegung — *c* Zugfestigkeit
d Kugeldruckhärte — *e* Wechselschlagversuche — *f* Schlagbiegeversuche

Festigkeit

Zahlenmäßig am sichersten nachweisbar sind die Festigkeitseigenschaften. Die Bauersche Arbeit bringt darüber die Verhältnislinien, Abb. 1.

Drei Gußeisensorten werden verglichen: G gewöhnliches Gußeisen, entsprechend etwa der Güteklasse Ge 14.91 (DIN 1691), Z Zylindereisen, entsprechend etwa der Güteklasse Ge 18.91 (DIN 1691), P Perlitguß. Wird der für G ermittelte Durchschnittswert = 1 gesetzt, so ergab sich als Verhältnis G : Z : P für die Biegefestigkeit 1 : 1,41 : 1,78, für die Durchbiegung 1 : 1,24 : 1,65, für die Zugfestigkeit 1 : 1,44 : 1,92.

Nicht außer acht zu lassen ist, daß bei Gußeisen sowohl der Biege- als auch der Zugversuch Streuungen aufweisen, die allerdings um so geringer ausfallen, je hochwertiger das Gußeisen ist. Bei Perlitguß sind sie demnach geringer als bei gewöhnlichem Grauguß. Die damals für Perlitguß ermittelten Werte der Biegefestigkeit mit 50,9 kg/mm² bei 14 mm Durchbiegung und der Zugfestigkeit mit 28 kg/mm² haben sich auch in der Praxis bestätigt.

Dem Konstrukteur bietet die Erhöhung der Festigkeit die Möglichkeit, entweder die Abmessungen gegenüber der früheren Ausführung in Grauguß herabzusetzen, oder erhöhte Sicherheit gegen Bruch zu gewinnen.

[1]) „Stahl und Eisen“ Bd. 40 (1920) S. 1141.
[2]) Gießereihandbuch, herausgegeben vom Verein Deutscher Eisen-eien. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg, S. 103.
[3]) „Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem“, Berlin 1922, Julius Springer. Vergl. „Stahl und Eisen“ Bd. 43 (1923) und „Gießereizeitung“ Bd. 20 (1923) S. 377.
[4]) Näheres darüber z. B. Sipp, „Gießerei“ Bd. 13 (1923) S. 491; „Stahl und Eisen“ Bd. 43 (1923) S. 1592; DRP 301 918, 325 250 und 417 689.
[5]) An eine Reihe von Gießereien wurden Lizenzen abgegeben. Heute wird das Verfahren, außer von der Firma Heinrich Lanz A.-G. selbst, von einer Reihe deutscher Firmen angewendet, die sich zu einer Studiengesellschaft für Veredelung von Gußeisen zusammengeschlossen haben. In England besteht die Firma British Perlit Iron Co. mit fünf großen Gießereibetrieben. Außerdem gibt es Lizenznehmer im Saargebiet, in Frankreich, Italien, Dänemark, Schweden, Tschechoslowakei, Amerika und Japan.

Abb. 2
Bock für Schaltschützen auf elektrischen Lokomotiven, früher in Temperguß hergestellt

Abb. 3
Brinellhärte einer Kolbenringwalze aus Perlitgu…
bei *a* 183, *b* 181, *c* 179, *d* 179, *e* 180, *f* 181, *g* 183, *h* 185

Die Verringerung der Abmessungen eines Gußstückes findet eine Grenze in allen Fällen, wo die Wanddicke unter ein gewisses geringstes Maß nicht gebracht werden darf, sei es, daß gießereitechnische oder andre außerhalb der Festigkeitbeanspruchung liegende technische Gründe, etwa die Vorschrift eines Mindestgewichts, maßgebend sind. Nicht selten kommt es vor, daß die geringere Bemessung aus Gründen unterbleibt, die außerhalb des Technischen liegen. Die Scheu vor den Kosten der Änderung, insbesondere der Modelle, scheint manchmal unüberwindlich, oder auch nur die Scheu vor der Unbequemlichkeit, die jede Art Abänderung mit sich bringt. Und doch kann die Auswertung der höheren Festigkeit ganz durchschlagende Vorteile bringen, unterstützt durch den Umstand, daß beim Edelguß erheblich höhere Treffsicherheit zu erreichen ist.

So ist es der Druckereimaschinen-Fabrik Bohn & Herber, Würzburg, gelungen, ihre Erzeugnisse auf diese Weise stark im Gewicht zu ermäßigen und trotzdem noch eine Erhöhung der Beanspruchungsmöglichkeit zu gewinnen. Schnellpressenzylinder führte man früher mit eingegossener besonderer Stahlachse aus, während bei der jetzigen Ausführung in Perlitguß die Wellenenden angegossen werden. Die Folgen sind Gewichtersparnis, Erhöhung der Sicherheit und Vereinfachung der Herstellung. Auch die Grundgestelle der Druckereimaschinen sind in der neuen Perlitguß-Ausführung wesentlich leichter gehalten. Ebenso konnte bei den Zahnrädern an Gewicht gespart werden; ihr Modul wurde erheblich herabgesetzt. Lediglich die Karren der Druckmaschinen wurden in den Abmessungen nicht geändert. Dafür ist aber die Beanspruchung bei der jetzigen Ausführung gegen früher stark vermindert.

Zähigkeit

Vielleicht noch bedeutungsvoller als die Erhöhung der Bruchfestigkeit ist aber die Verbesserung einer Eigenschaft, die beim alten Grauguß besonders viel zu wünschen übrig ließ, der Zähigkeit und der Widerstandfähigkeit gegenüber Schlag und Stoß. Schon in der Erhöhung der Durchbiegung beim Biegeversuch spricht sich die größere Zähigkeit aus. Bauer stellte für die Durchbiegung[6]) des Perlitgusses Werte bis zu 17,5 mm fest, während sie bei Grauguß unter 10 mm blieb. Im Durchschnitt ergab sich für den Perlitguß eine Verbesserung um 65 vH. Noch deutlicher zeigt sich aber die Überlegenheit der Zähigkeit und der großen Widerstandfähigkeit gegenüber wechselnden, stoßweisen Beanspruchungen bei dem von Bauer erstmals für Gußeisen angewandten Dauerschlagversuch. Die Schlagzahl, nach der der eingekerbte Perlitstab brach, betrug bei den Bauerschen Versuchen das 15fache gegenüber Grauguß und das 3½fache gegenüber Zylindereisen. Noch stärkere Unterschiede ergaben kürzlich von Roeder bei der Firma Société Alsacienne de Constructions Méca… Mülhausen, vorgenommene Versuche, bei denen… Gußeisensorten miteinander verglichen wurden, … aus einer großen Zahl von Prüfungen (15 bis 30) g… nene Mittelwerte in Zahlentafel 1 zusammeng… sind. Der Dauerschlagversuch wurde auf einer … maschine vorgenommen, die mit anderm Schlagm… und andern Stababmessungen arbeitete als die… Bauer benutzte, daher sind die Abweichunge… absoluten Werte der Schlagzahlen zu erklären.

Zahlentafel 1

Werkstoff	Mittl. Zugfestigkeit kg/mm²	Vergleichszahl	Mittl. Dauerschlagzahl	Verg… z…
Grauguß …	16,7	1	40	
Zylinderguß	23,0	1,37	388	
Perlitguß ..	29,2	1,75	3238	8…

Vielleicht noch augenfälliger ist ein Versuc… zuerst von der Firma L. & C. Steinmüller, Gu… bach, an Perlitgußstücken vorgenommen wurde… wandartiger Konstruktionsteil hatte bei der früh… lichen Herstellung in Grauguß vielfach zu Rißbild… Veranlassung gegeben, wozu außer der allge… Sprödigkeit des Stoffes auch noch die Gußspann… beitrugen, zu denen das Stück neigte. Um einen Ve… der neuen Ausführung in Perlitguß gegenübe… älteren zu gewinnen, wurde das Stück an der du… Rißbildung besonders gefährdeten Stelle mit sch… Zuschlaghämmern bearbeitet. Während das Gr… stück nach zwei bis drei Schlägen brach, ge… 55 Schläge noch nicht, um bei dem Perlitgußstü… ersten Anzeichen eines beginnenden Bruches h… zurufen, und dies obschon die Wanddicke von 15 m… 12 mm herabgesetzt war.

In allen Fällen, wo betriebsmäßig Stoß- und S… beanspruchungen, Erschütterungen u. dergl. vorko… bei Teilen von Fördermitteln, Kraft- und Eise… wagen, Elektrokarren, Pressen, Hämmern usw. … diese Eigenschaften in den Vordergrund. Ein Bo…

Abb. 4. Getriebekasten für Raupenschlepper, ergi… teilhafte Ausführung in Perlitguß statt in Stahlg…

[6]) a. a. O. Tafel 2 und 7.

Perlitguß Grauguß

Abb. 5 und 6
Gitterstück
a angebohrte Stellen

tschützen auf Wechselstromlokomotiven, Abb. 2, einer Dauerprüfung von 750 000 Schaltungen, enthend einer Lebensdauer von 25 Jahren, ohne Schäig stand und zeigt sich dadurch der früheren Ausing in Temperguß weit überlegen.

Bearbeitbarkeit

)ie Verbesserung der Festigkeitseigenschaften wäre Vert sehr herabgesetzt, wenn damit eine Erhöhung Härte Hand in Hand ginge, wie erwartet werden e. Für den Perlitguß besonders kennzeichnend ist, dies nicht der Fall ist. Infolge der weitgehenden eifung des Gefüges tritt der Gefügebestandteil, der ie Härte des Gußstückes in erster Linie maßgebend richt in Erscheinung. Dieser Gefügebestandteil ist Eisenkarbid (Fe_3C), Zementit. Sein Vorherrschen e Ursache für das weiße Aussehen des Bruches, woohe, die Bearbeitung hindernde Härte und Sprödig-

Abb. 7
Körper einer in Perlitguß ausgeführten Stopfbüchse

a, b, c, d Stellen, an denen die Schliffproben, Abb. 8 bis 11, entnommen wurden.

Abb. 8 bis 11
Schliffbilder von den Stellen *a* bis *d* im Maschinenteil nach Abb. 7

keit gleichbedeutend ist. Beim Perlitguß tritt aber dieser Gefügebestandteil nicht auf, und das Perlitgefüge verbürgt bei mäßiger Härte höchste Festigkeit.

An einer Kolbenringwalze, Abb. 3, hat man die Brinellhärten an verschiedenen Stellen festgestellt. Bemerkenswert ist nicht nur die Größenordnung der Härtezahlen, die ein für Werkstattzwecke bequemes Maß aufweisen, sondern auch die Geringfügigkeit der Abweichungen, die zwischen ihnen in verschiedenen Höhenlagen und an verschiedenen Stellen bestehen.

Die leichte Bearbeitbarkeit ist für die Praxis von größter Wichtigkeit und bedeutet insbesondere auch dem Stahlguß gegenüber einen Vorteil. Bei einem in Stahlguß ausgeführten Getriebekasten für Raupenschlepper, Abb. 4, war bei den verhältnismäßig geringen Wanddicken und den geringen Spielräumen zwischen Wand- und Getriebeteilen viel nachzuarbeiten; vielfach gab es auch Ausschuß wegen Verziehungen und Lunkerbildung. Die Dichtungsflächen an den Teilfugen fielen oft unsauber aus und waren wegen großer Härte häufig schlecht zu bearbeiten. Mit der Ausführung in Perlitguß sind alle Beschwerdepunkte weggefallen. Der Ausschuß ist auf ein Mindestmaß heruntergegangen. Das Aussehen ist einwandfrei, die Bearbeitung bequem, so daß man nicht nur bei diesem Stück, sondern auch bei zahlreichen andern Stücken, für die bisher Stahlguß verwendet worden war, zum Perlitguß übergegangen ist und damit auch eine erhebliche Verbilligung erreicht hat.

Spannungsfreiheit

Der Werkstatt ebenso unwillkommen wie harte, unbearbeitbare Stellen, sind Gußspannungen. Sie treten häufig erst zutage, wenn das Gußstück schon bearbeitet und die Ausgabe für die Bearbeitung bereits entstanden ist. Die Regelung der Abkühlgeschwindigkeit beim Perlitguß wirkt auf Ausgleich und Milderung der Ursachen

Abb. 12. K-Stück

a Form des Versuchsstückes
b Bruchprobe von Grauguß mit Lunker
c „ „ Perlitguß ohne „

für die Spannungen hin[7]). Planmäßige Versuche von P. Bardenheuer und C. Ebbefeld[8]) über die Schwindvorgänge brachten eine volle Bestätigung dieses Vorteils. Das als Beispiel für die Zähigkeit erwähnte wandartige Stück der Firma Steinmüller kann auch für die beim Perlitguß erreichte Spannungsfreiheit als Beispiel dienen.

Zur unmittelbaren Feststellung der Spannungsverhältnisse wurde ein Gitterstück von den zur Studiengesellschaft für Veredelung von Gußeisen gehörenden Gießereien in Perlitguß, Abb. 5, und in Grauguß, Abb. 6, abgegossen. Bei der Ausführung in Normal-Maschinenguß, Abb. 6, sprangen sämtliche Stücke bereits beim Erkalten in der Form; bei der Ausführung in Perlitguß, Abb. 5, blieben sie ganz. Nach Anbohren an den mit *a* bezeichneten Stellen, Abb. 5, trat ganz geringe Klaffung ein.

Gleichmäßigkeit des Gefüges

Die Beherrschung der Abkühlgeschwindigkeit hat nicht nur die weitgehende Ausreifung des Gefüges zur Folge, sondern auch seine größte Gleichmäßigkeit an den verschiedenen Stellen des Gußstückes. Der Körper einer Stopfbüchse, Abb. 7, der außerordentliche Verschiedenheit der Wanddicken aufweist, wurde durchschnitten, um von den mit *a*, *b*, *c* und *d* bezeichneten Stellen Schliffproben, Abb. 8 bis 11, zu liefern. Die Abbildungen zeigen die überraschende Gleichmäßigkeit des Gefüges trotz der großen Verschiedenheit der Wanddicken. Auch die als Beispiel für die gleichmäßige Härte bereits erwähnte Kolbenringwalze, Abb. 3, beweist die Gleichmäßigkeit des Gefüges, da diese ja auch Voraussetzung für die Gleichmäßigkeit der Härte sein muß.

Auffallend ist bei Perlitgußstücken der reine Klang, den sie, geeignet aufgehängt, beim Anschlagen mit dem Hammer ergeben. Aus Perlitguß kann man daher gutklingende Glocken herstellen. Der Klang von Glocken aus gewöhnlichem Grauguß ist dagegen unrein und in der Tonhöhe nur unsicher bestimmbar, ein weiterer Beweis, daß Perlitguß ein in seiner ganzen Struktur gleichmäßig durchgebildeter Baustoff ist.

Lunkerfreiheit

Zu den bedenklichsten Erscheinungen, die bei Gußstücken auftreten können, gehören die Lunkerungen. Sie sind nicht nur eine erhebliche Ausschußursache, sondern können auch, zu spät bemerkt, zu Brüchen führen. Ihre Entstehung[9]) ist auf die Verschiedenheit des spezifischen Volumens beim flüssigen und beim erstarrenden Metall zurückzuführen. Ist die Schmelze an einzelnen Stellen noch flüssig und an andern schon in der Erstarrung begriffen, so können Hohlräume entstehen, die Lunker. Ebenso wie das Perlitgußverfahren die Entstehung der Gußspannungen unterdrückt, hat es sich auch als sehr wirkungsvolles Mittel zur Unterdrückung der Lunker erwiesen. Abb. 12a zeigt ein Stück, das, in nicht vorgewärmter Form vergossen, regelmäßig zur Ausbildung eines mehr oder minder kräftigen Lunkers in der Nähe des Knotenpunktes, Abb. 12b, führt. Er tritt nicht auf, wenn der Guß nach dem Perlitgußverfahren er Abb. 12c. Mit der Lunkerfreiheit im Zusammen steht die Erscheinung, daß man bei Perlitguß ohne mit wesentlich kleinerem verlorenem Kopf ausko kann als bei gewöhnlichem Guß.

Dichtheit

Ebenso wie vor Lunkern schützt das Perlitguß fahren auch vor der Bildung kleinerer Blasen, w beim gewöhnlichen Guß häufig auftreten. Die Dichte des Gusses erklärt sich durch die G mäßigkeit, Ausreifung und Feinkörnigkeit des Ge Die Dichte ist besonders für die Fälle von Bedeu in denen man das Gußstück zur Aufnahme von gespannten Flüssigkeiten oder Gasen verwendet, z. Rohrleitungen, Krümmern usw., ferner bei D maschinen und Verbrennungsmotoren, insbeso Dieselmotoren. Ebenso haben sich Preßpumpenkörpe früher in Stahlguß nicht dicht hergestellt werden ko aus Perlitguß als einwandfrei erwiesen.

Abb. 13 zeigt Zylinder-Einsatzbüchsen für S Dieselmotoren, die ebenso wie die zugehörigen K in Perlitguß reihenweise ausgeführt werden. An Stellen *a* und *b* sind Probestäbe für Zugversuche en men, bei *c* und *d* solche für Biegeversuche angeg Zugfestigkeiten bis zu 33 kg/mm² wurden bei eine

Abb. 13
Zylindereinsatzbüchsen für Schiffsdieselmaschine
Rohgewicht 830 kg, Rohgewicht des zugehörigen Kolbens 385 kg
a und *b* Entnahme der Probestäbe für die Zugversuche
c „ *d* angegossene Stäbe für die Biegeversuche

nellhärte von 190 bis 205 festgestellt. Die größte her hergestellten derartigen Büchsen für Hochof maschinen erreichen ein Rohgewicht von 6500 k 2700 mm Länge, 950 mm Dmr. und 70 mm Wanddick

Ein weiteres Gebiet, für das die Dichtheit des (wichtig ist, sind die Verteilerkästen der Rauchg wärmer. Sie werden aus Perlitguß hergestellt, um d steigerten Anforderungen genügen zu können, die a Vorwärmerbau durch die fortgesetzte Erhöhung d triebsdrücke gestellt werden, und um sie gegen da pressen der Rohrkegel widerstandfähiger zu mach Die Vorwärmerelemente, die unter Verwendung von guß gebaut werden, halten Betriebsdrücke von 150 a

Steinmüller führt auch Rippenheizrohre in Pe aus, deren Flansch 30 mm und deren Rohrkörper dick ist, wobei die Rippen bis auf 2 mm auslaufen Rippenrohre werden im Dampfkesselbau für bes hohe Drücke verwendet und können bis auf 400 a darüber abgepreßt werden. Bei einer kürzlich vo parteiischer Seite vorgenommenen Prüfung zweier R rohre platzte das eine bei 670 at, das andere erst bei ohne vorher undicht geworden zu sein.

Welche Bedeutung dem hier erreichten Fortsch Verbraucherkreisen zugeschrieben wird, geht au Äußerung Spruths[11]) hervor: „Durch Herstellung au

[7]) Vergl. Geiger, Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei, 2. Aufl. Berlin 1925, Julius Springer, Bd. 1, S. 363.

[8]) Gießerei-Zeitung Bd. 22 (1925) S. 454 und „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 825, 1022.

[9]) Vergl. Irresberger in Geiger, Handbuch der Eisen- und Stahl-Gießerei, S. 331; auch Sipp und Bauer, Schwinden und Lunkern des Eisens, „Stahl und Eisen", Bd. 33 (1913) S. 675, Bd. 41 (1921) S. 88.

[10]) Z. Bd. 68 (1924) S. 609.

[11]) „Elektrizitätswirtschaft" Nr. 400 und 401 Januar 1926.

; wird der gußeiserne Rippen-Ekonomiser für ein sehr
höheres zulässiges Druckgebiet (praktisch bisher nur
0 at Überdruck) möglich."

Verschleißfestigkeit

Viele von den Gegenständen, deren Verwendung Dicht-
des Gusses verlangt, müssen auch gegenüber Ab-
ng durch gleitende Reibung besonders widerstand-
sein. Hohe Verschleißfestigkeit war eine der ersten
ıschaften, die von den Erfindern als Besonderheit des
gusses erkannt wurde. Sie ist daher schon im Grund-
t[12]) in den Vordergrund gestellt. Tatsächlich hat sie
auch als vornehmlich wichtig und praktisch bedeut-
erwiesen.

ıuf Grund von Untersuchungen in der Mechanisch-
nischen Versuchsanstalt des Eisenbahn-Zentralamtes
ıt Lehmann[13]) zu dem Ergebnis, daß weder Härte,
chemische Zusammensetzung, noch Graphitmenge
ausbildung wesentlichen Einfluß auf den Verschleiß-
stand nehmen. Er hängt vielmehr nur von dem
gehalt ab, derart, daß Gußeisen mit rein perlitischem
ge die höchste Verschleißfestigkeit hat. Die Versuche,
Grund deren das Ergebnis gewonnen wurde, er-
ten sich auf das Zusammenarbeiten der Versuchs-
r mit Schienenstahl, mit hartem und mit weichem
isen. Buffet und Roeder[14]) ließen ebene Flächen
Versuchskörpern gleichen Stoffes trocken gegenein-
schleifen und erhielten bei Zylindergußstücken eine
tzung von 0,3 g/h, bei Perlitgußstücken eine solche
ıur 0,039 g/h.

n allen Fällen, wo betriebsmäßig Metall auf Metall
, aber auch dann, wenn Stoffe anderer Art, Flüssig-
, Sand, Staub usw. zwischen oder an bewegte Flächen
n, ist die Verschleißfestigkeit von großer Bedeutung.
14 zeigt zwei Zahnräder, die an Milchzentrifugen im
be waren. Das eine, Abb. 14 a, aus dem früher üb-
hochwertigen Gußeisen hergestellt, hat sich nach
triebsstunden abgearbeitet, während das Perlitgußrad,
4 b, nach 400 Betriebsstunden noch keine Abnutzung
es. Ähnlich beweist sich die Verschleißfestigkeit des
gusses bei Bremsklötzen, bei Kreiselpumpenteilen, bei
ingen und Rollen von schweren Trockentrommeln,
ch früher in drei Monaten abnutzten und in der
n Ausführung jahrelang laufen.

esonders beweiskräftig sind die Fälle, wo Sand mit
Iaschinenteilen in Berührung kommt, z. B. bei Sand-
eitungsmaschinen, deren Kettenräder, Ketten, Sand-
er, Rüttelsieb-Exzenter usw. wegen der in alle
henräume eindringenden scharfen Quarzsandkörner
n nach längstens zwei bis drei Monaten unbrauchbar
und ersetzt werden mußten. Die neueingebauten
aus Perlitguß sind schon 1¼ Jahre in Betrieb, ohne
Auswechslung zu bedürfen. Ähnliches gilt für
nstaubmühlen, für deren Teile bei Ausführung in
guß im Mindestfalle die dreifache Lebensdauer gegen
festgestellt wurde.

DRP Nr. 301 918.
Dr. O. H. Lehmann, „Die Abnutzung des Gußeisens bei glei-
Reibung", Gießerei-Zeitung Bd. 23 (1926) S. 597.
B. Buffet und A. Roeder, La fonte perlitique, Bulletin de
té Industrielle de Mulhouse, November 1925.

Abb. 14
Zahnräder für Milchzentrifugen
a hochwertiges Gußeisen nach 30 Betriebstunden
b Perlitguß „ 400

Weitere Beispiele bieten Motorenteile, die gleitender Reibung ausgesetzt sind. Gelegentlich des Motorschlepper-Wettbewerbs 1925 stellte Prof. G. Becker[15]) die Abnutzungen an den Zylindern der dabei geprüften Verbrennungsmotoren fest. Im allgemeinen waren sie sehr hoch, was auf die Einwirkung des mit der Verbrennungsluft angesaugten Staubes zurückzuführen war. Aus der Reihe der untersuchten Motoren fiel nur einer vollständig heraus; seine Abnutzung lag weit unter der der übrigen, obschon die durch ihn angesaugte Luft nicht von Staub gereinigt war, während mehrere der anderen Motoren dafür eine besondere Einrichtung hatten. Der so auffallend wenig abgenutzte Zylinder gehörte zu dem Lanzschen Zweitakt-Glühkopfmotor und war aus Perlitguß hergestellt.

Nachstehend seien einige Anwendungen aus der Praxis des besonders scharfe Anforderungen stellenden Dieselmotorbaues besprochen:

Die Zylinderlaufbüchse der Dieselmotoren muß aus einem harten, zähen und dichten Guß von gleichmäßigem Gefüge bestehen. Denn die Büchse bildet nicht nur die Gleitfläche für den Arbeitskolben, sondern muß auch einen Gasdruck bis etwa 45 at aushalten. Ist der Werkstoff weich und ungleichmäßig, dann neigt auch der beste Kolben zum Fressen, selbst wenn Kolben und Büchse sauber auf der Maschine geschliffen sind. Perlitguß hat sich diesen Ansprüchen voll gewachsen gezeigt und wesentlich besser bewährt als der früher verwendete Zylinderguß. Die Wanddicken werden in der jetzigen Ausführung geringer als früher gehalten, wodurch die Kühlung verbessert wird. Außerdem erreicht man eine ganz glatte und gleichmäßige Laufbahn, so daß die Kolbenreibung wesentlich herabgemindert wird.

Die Schraubenräder, die bei Dieselmotoren zum Antrieb der Steuerwellen benutzt werden, müssen hinsichtlich Härte, Gleichmäßigkeit des Gefüges und Zähigkeit dieselben Eigenschaften haben wie die Zylinderbüchsen. Während bei größeren Dieselmotoren der übliche Zylinderguß oft versagte, sind bei der Verwendung von Perlitguß bestimmter Härte keine Beanstandungen mehr aufgetreten.

Hervorragend bewährte sich der Perlitguß auch bei der Brennstoffpumpe der kompressorlosen Dieselmotoren. Diese Pumpen müssen Drücke von mehreren hundert Atmosphären erzeugen. Die Pumpenkolben und die Kolben der Überströmventile müssen sich stopfbüchsenlos in ihren Führungen bewegen und dabei gegen den hohen Druck abdichten. Versuche mit allen möglichen Werkstoffen, auch mit Edelstählen, haben hier lange nicht die guten Ergebnisse gehabt wie die Verwendung von Perlitguß. Während sich das Festbremsen der äußerst dicht eingeschliffenen Kolben bei allen anderen Baustoffen einstellte, treten bei Perlitguß keinerlei Anstände auf.

Nach Ansicht der Firmen, die im Dieselmotorbau mit Perlitguß Erfahrungen gemacht haben, führt die Entwicklung dahin, die meisten Stahlgußteile durch Perlitguß zu ersetzen. Er kommt ferner als geeigneter Baustoff für die Antriebnocken der Steuerventile, für die Sitze dieser Ventile, die Ventilteller, ferner auch für hochbeanspruchte Zylinderdeckel und die Kolben in Betracht.

Gefügebeständigkeit bei höheren Temperaturen

Stark in den Vordergrund tritt in neuerer Zeit das Verhalten des Perlitgusses gegenüber hohen Betriebstemperaturen. Gußeisen zeigt bei solcher Verwendung im allgemeinen die höchst gefährliche Eigenschaft des Wachsens[16]). Während die normale Wärmeausdehnung nach der Abkühlung wieder zurückgeht, haben Stoffe, die die Erscheinung des Wachsens aufweisen, die Eigenschaft, daß die in der Wärme erfahrene Ausdehnung nicht mehr vollständig verschwindet. Das Wachsen nimmt mit jeder neuen Erwärmung zu, wenn auch jedes folgende Mal in geringerem Maße. Sie führt zu gefährlichen Spannungen zwischen den einander berührenden Konstruktionsteilen; gußeiserne Rohr- und Gehäuseteile werden im Heißdampf rissig und vermodern manchmal derart, daß sie mit dem Messer geschnitten werden können.

15) Z. Bd. 70 (1926) S. 1262.
16) Vergl. Thum, „Die Werkstoffe im heutigen Dampfturbinenbau", Z. Bd. 71 (1927) S. 758, dazu die Aussprache in der Fachsitzung Dampftechnik, Z. Bd. 71 (1927) S. 1134.

Die Erscheinung des Wachsens steht in unmittelbarer Beziehung zu dem Gehalt an Silizium im Gußeisen[17]). An sich wird das Silizium vom Eisengießer gern gesehen, da es die leichte Vergießbarkeit und gute Bearbeitbarkeit fördert und die Möglichkeit gibt, den Kohlenstoffgehalt herabzusetzen und die Festigkeit zu erhöhen. Mit den Siliziumgehalten, wie sie im allgemeinen verwendet werden (2 vH und darüber), ist jedoch das Wachsen untrennbar verbunden und nimmt um so größeres Ausmaß an, je höher der Siliziumgehalt wird. Hier gibt nun das Verfahren zur Erzeugung des sogenannten Heißperlits außer der Möglichkeit, ein spannungsfreies, dichtes und festes Eisen zu erzeugen, auch die Möglichkeit, es auf sehr niedrigen Siliziumgehalt zu gattieren. Eine Senkung des Siliziumgehalts auf etwa 1 vH und darunter vermindert das Wachsen so weit, daß es praktisch belanglos wird.

Alle Vorteile des Perlitgusses würden nichts bedeuten, wäre es nicht möglich, das für ihn kennzeichnende durchgängige perlitische Gefüge mit Treffsicherheit zu erre
Die Treffsicherheit war ja seit jeher beim Eisengi
besonders kritischer Punkt. Rudeloff kam darübe
1925 in seinem Bericht über die Versuche zur Ermit
der Treffsicherheit der Gießereien[18]) zu einem recht
mistischen Urteil. Daß der Perlitguß dagegen heu
großer Treffsicherheit hergestellt wird, ist der
bewußten Anwendung der gleichen Verfahren zu d
die zu seiner Erfindung führten. Wissenschaftliche
dringung und dauernde Überprüfung des gesamten Gi
betriebes durch wissenschaftlich geschulte Ingenieu
gefangen von der Untersuchung der Rohstoffe u
Formsandes bis zur genauen Erkennung und Beherrs
der Schmelz- und Formtrockenvorgänge, sowie des
vorganges selbst bieten die Mittel, diese Treffsicherl
erreichen. Die Studiengesellschaft für Veredelun
Gußeisen sieht es als ihre wesentliche Aufgabe a
Kenntnis dieser Gebiete und ihre Anwendung daue
vertiefen. [B 729]

[17]) Sipp und Roll, „Das Wachsen des Gußeisens", „Gießerei-Zeitung" Bd. 24 (1927) S. 229 u. f.

[18]) „Gießerei" Bd. 12 (1925) S. 561 u. f.

120 t-Kran für eine Lokomotivwerkstätte

Das Bestreben, die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnverkehrs im Fernzugdienst durch Steigerung der Zuggewichte und volle Auslastung der Lokomotiven zu heben, führte mit der Steigerung der Lokomotivleistungen gleichzeitig zu einer solchen des Lokomotivgewichtes und damit auch zu erhöhten Anforderungen an die Leistungen der in den Werkstätten erforderlichen Hebezeuge. So sind in den letzten Jahren Krane für Eisenbahnwerkstätten gebaut worden, deren Tragfähigkeit die Grenze von 100 t bereits überschritten hat.

Ein solcher Kran besonders hoher Leistung, Abb. 1, wurde für die Lokomotivwerkstätten der Schweizerischen Bundesbahnen in Yverdon zur Beförderung schwerster elektrischer Lokomotiven geliefert. Diese werden von zwei Hauptkatzen mit insgesamt vier Aufhängehaken, die durch Querträger zu je zweien verbunden sind, gehoben. Außerdem ist auf jeder Seite der Hauptkranbrücke eine Hilfskatze angeordnet, die zum Heben kleinerer Lasten bestimmt ist. Der Kran hat rd. 25 m Spannweite, 7 m größte Hubhöhe für ganze Lokomotiven, die sich für Einzellasten bis auf 10 m vergrößert, und insgesamt 120 t Tragkraft der beiden Haupthubwerke sowie 8 t der beiden Hilfshubwerke. Die Hubgeschwindigkeit der Haupthubwerke beträgt je nach dem Gewicht der Last 2 bis 3 m/min, die der Hilfshubwerke 8 m/min.

Die besonderen Anforderungen, die an einen derartigen Lokomotivkran gestellt werden müssen, sind hohe Genauigkeit der Steuerung, sanftes Anlassen und genaue Geschwindigkeitsregelung. Auch bei unterschiedlicher Belastung der beiden Haupthubwerke darf der Geschwindigkeitsunterschied einen ganz geringen Wert nicht überschreiten. Diesen Bedingungen sowie der Forderung, auch beim Senken schwerer Lasten diese elektrisch abbremsen zu können, genügt die für die Hauptwinden angewandte Ward-Leonard-Schaltung, während für die Hilfskatzen die übliche Umkehrschaltung vorgesehen wurde.

Für sämtliche Windwerke wurde der zur Verfügung stehende Drehstrom in Gleichstrom umgeformt. Die Umformergruppe befindet sich auf der einen Seite der
brücke und besteht aus einem Drehstrommotor von
der je eine Steuerdynamo für die beiden Haupthubwe
Katzfahrmotoren sowie den Kranfahrmotor und j
Stromerzeuger für die Hilfskatzen und einen solcl
Erregermaschine treibt.

Der Antriebmotor des Kranfahrwerkes leistet v
gehend 33 kW. Er kann durch den Steuerschalter a
verschiedene Spannungsstufen in beiden Fahrtricl
gelegt werden. Außerdem sind weitere acht
schwächungsstufen vorgesehen zum schnelleren
kleiner Lasten, die unsachgemäß anzuwenden
einen Höchstspannungsausschalter verhindert wir
beiden Haupthubmotoren leisten zeitweilig je 37 k
werden durch einen gemeinsamen Steuerschalter mi
Stufenzahl gesteuert. Der mechanische Teil des Lau
wurde von den Ateliers de Constructions mécaniqu
vey, geliefert, die elektrische Ausrüstung stamr
Brown, Boveri & Cie. [M 58]

RZ 58 Z 1

Abb. 1
Lokomotivhebekran für 120 t Tragkraft

Die Ausbildung des Textilingenieurs

Die Notwendigkeit eines akademischen Sonderausbildungsganges

Von Dipl.-Ing. Rud. Roßmann, München

Einem großen Bedarf an akademisch ausgebildeten Textilingenieuren steht ein kleiner, meist unvollkommen vorgebildeter Nachwuchs gegenüber — Ausbildungsmöglichkeiten in Deutschland und im Ausland werden aufgeführt und verglichen — Forderung der Errichtung von Textilabteilungen an Technischen Hochschulen

Bedarf an akademisch ausgebildeten Textilingenieuren

der Textilindustrie sind im Gegensatz zu andern ;weigen der Technik Fachingenieure nur in geringer ;ahl vorhanden. Textilingenieure, die sich durch ıre Tätigkeit besondere fachliche Kenntnisse erworben n, und Betriebsingenieure sind noch ziemlich häufig nden. Doch besteht Mangel an akademisch vorgebil- Textilingenieuren. Dies kommt auch deutlich zum ruck im Anzeigenteil der einschlägigen Fachzeit- ften, in denen in normalen Zeiten die Nachfrage meist ər als das Angebot ist. Die Suche nach wissenschaft- vorgebildeten Persönlichkeiten, die sich als Forschungs- ıieur oder Lehrkraft auf dem Gebiete des Textilwesens n, führt nur unter besonders günstigen Umständen zu gewünschten Ergebnis. Zweifellos gibt es eine ganze hl hervorragender Textilingenieure mit akademischer ildung, die aber in der weitläufigen und auf viele erzweige eingestellten Industrie vollkommen ver- inden.

Betrachtet man das Fachschrifttum der Textilinge- e, so läßt sich nur ein verhältnismäßig langsamer schritt beobachten und man findet nur wenige, wirk- bedeutende Arbeiten, die sich über das Erfahrungs- n erheben. Über manche Textilmaschinen gibt es el wie kein Schrifttum, in vielen Fällen kann man uf einzelne Zeitschriftenaufsätze zurückgreifen, wenn ein Sondergebiet bearbeiten will. Reichhaltiger ist verständlich das textiltechnologische Schrifttum, doch en auch davon den weitaus größten Teil die Darstel- neuer Musterungen und ihre Herstellung, Betriebs- rungen usw. ein; neue Forschungen gelangen selten Veröffentlichung. Ein helles Streiflicht auf diesen ınd wirft auch die Tatsache, daß Doktorarbeiten auf m Gebiete selten sind und fast ausnahmsweise rein hinentechnische und theoretische Fragen behandeln.

Die Zahl der angemeldeten Patente ist immerhin nicht ig, doch ist wesentlich Neues selten zu finden. Außer- beziehen sich die meisten textiltechnischen Patente sächlich auf Fragen, die den Chemiker betreffen. pielt z. Zt. die künstliche Faser vielleicht die aus- ggebende Rolle. Wie wenig aber konstruktive Ver- rungen und neue Erfindungen in maschineller Hin- vertreten sind, weiß jeder Fachmann. Die Textil- zen haben es deshalb auch nur selten nötig, sich neue hinen anzuschaffen, da ihre alten immer noch ebenso rbeiten. Noch heute werden alte englische Webstühle endet, die seit vierzig und mehr Jahren ununterbro- arbeiten und noch fast das gleiche leisten wie neu- che Maschinen. Die Verbesserungen beziehen sich sächlich auf einfachere Bedienung, größere Sicher- bei Unregelmäßigkeiten und geringeren Verbrauch an stoffen. Ein Anzeichen für den langsamen Fort- tt kann man auch darin erblicken, daß in vielen Wer- besonders in Tuchfabriken, noch immer große Ge- ıiskrämerei herrscht, und daß man glaubt, durch die ffentlichung von Sondererfahrungen große wirtschaft- Vorteile aus der Hand zu geben. Dabei wird aber ıll nach ziemlich gleichen, längst bekannten Ver- n gearbeitet, so daß kaum nennenswerte Unterschiede hen.

Der akademisch gebildete Textilingenieur ist seiner ausbildung nach meist Maschineningenieur. Er hat vielleicht in der Hochschule neben seinen allgemei- und besonderen maschinentechnischen Pflichtfächern lne textiltechnische Wahlfächer belegt. Darauf hat der Textilindustrie Anstellung gefunden, dort auch ı praktisch gearbeitet und sich so langsam zum fachmann mit maschinentechnischer Allgemeinausbildung entwickelt. Vielfach aber sind Maschineningenieure auch ohne irgendwelche akademische textiltechnische Vorbildung in dieser Industrie tätig gewesen und haben sich dann in gleicher Weise fachlich vervollkommnet. Nicht akademisch gebildete Textilingenieure haben jedoch manchmal die Grundlage für ihre Sonderkenntnisse auf einer Textilfachschule erworben, wo in der Hauptsache textiltechnologische Fragen, in untergeordnetem Maße maschinentechnische, behandelt werden. Die wenigen Dozenten für Textilwesen an den Hochschulen sind meist eigene Wege gegangen.

Textilindustrie und -wissenschaft brauchen Fachleute, die in verschiedener Richtung wirken sollen. Zunächst kommen für L e i t u n g u n d B e t r i e b von Textilfabriken vorwiegend technologisch gebildete Kräfte in Betracht. Mit der Größe der Betriebe steigen in der Regel entsprechend die Anforderungen, die an die technische Leitung zu stellen sind. Die Vorbildung soll also hier, abgesehen von der immer nötigen Allgemeinbildung, im Auszug die wesentlichsten maschinentechnischen Fächer enthalten, eingehende Kenntnis der wichtigeren Textilmaschinen, sowie in besonderem Maße w i r t s c h a f t l i c h e F ä c h e r und Fabrikwesen umfassen. Dazu gehört natürlich eine gründliche Praxis, die als allgemeine Unterlage zweckmäßig ein Praktikum in vielseitigen Laboratorien, und als spezielle Ausbildung m i n d e s t e n s ein Jahr Betätigung in einem Textilbetrieb erfordert. Darauf hat sich der so fertig ausgebildete Ingenieur natürlich immer erst im Verlauf von mehreren Jahren gründlich in ein Spezialgebiet einzuarbeiten.

Die für die I n s t a n d h a l t u n g d e s M a s c h i n e n p a r k e s nötigen Kräfte haben meist bei normaler Ausbildung als Maschineningenieur, die die wichtigsten Textilfächer mitenthält, genügend Vorbildung, da in Fabriken oft die Kraftanlagen usw. schon eine große Rolle spielen und der Betriebsingenieur verhältnismäßig leicht mit den Textilmaschinen genügend vertraut wird. Dazu stehen ihm immer die Spezialisten der Textilmaschinenfabriken zur Verfügung.

Dann kommen die Textilmaschinen-Ingenieure mit vorwiegend k o n s t r u k t i v e r T ä t i g k e i t. Sie brauchen eine allgemeine, in der Regel nicht sehr ins einzelne gehende technologische Ausbildung, daneben aber eine sehr gründliche maschinentechnische Vorbildung, eingehende Bekanntschaft mit den Textilmaschinen, auf Grund einer breiten, naturwissenschaftlichen Unterlage. Praktische Ausbildung erhalten sie am besten in Textilmaschinenfabriken. Sie finden Verwendung als Konstrukteure und Forschungsingenieure.

Schließlich wären in diesem Rahmen auch noch die T e x t i l c h e m i k e r zu nennen. Ihre Vorbildung sollte neben dem chemischen Studium einigermaßen das textiltechnologische berühren und als Nebenfach Textilmaschinenbau enthalten.

Die bestehenden Ausbildungsmöglichkeiten

Die technischen Hochschulen enthalten in ihrem Lehrplan je nach den besonderen Richtungen meist einzelne textiltechnische Fächer. Am meisten bietet in Deutschland wohl die Technische Hochschule in Stuttgart, wofür der Umstand bezeichnend ist, daß dort für den allgemeinen Maschineningenieur als siebentes Semester ein Praktikum an dem Forschungsinstitut für Textilindustrie in Reutlingen vorgesehen ist. Auch andre Hochschulen, wie Dresden und München beschäftigen sich erfreulicherweise lebhaft mit Textilindustrie. Führend im deutschen Ausland dürfte wohl die Technische Hochschule in Brünn sein, die in weiten Textilkreisen durch ihre hervorragenden Lehrer

und Fachleute bekannt ist und auch in steter Berührung mit der dortigen Webschule steht.

Neben diesen hochschulmäßigen Studienmöglichkeiten gibt es im ganzen Lande verstreut eine Reihe von Textil-Fachschulen, die häufig den Namen „Webschulen“ tragen. Sie fordern oft nur Volksschulvorbildung, vielfach sechs Klassen einer Mittelschule und werden zum großen Teile von den Familien, in denen die Beschäftigung in der Textilindustrie Überlieferung ist, besucht. Praxis als Vorbildung ist nützlich und erwünscht, aber nicht notwendig. Altersgrenzen nach unten und oben sind gezogen. Hier wird meist, wie schon der Name sagt, die Weberei behandelt, je nach der besonderen Einstellung aber auch die Spinnerei, Appretur, Rohstoffgewinnung usw. Dabei steht die Technologie völlig im Vordergrund. Der technische und maschinentechnische Teil wird nur, soweit es vom technologischen Standpunkt aus wichtig ist, mit behandelt. Einigermaßen werden die Konstruktionen der Webstühle, der Spinnmaschinen und der Veredelungsmaschinen gezeigt. Die dabei erzielten Kenntnisse genügen aber keinesfalls zu ingenieurmäßiger oder konstruktiver Tätigkeit. Aus diesen Schulen sind meist die Betriebsleiter in Spinnereien und Webereien hervorgegangen.

Daneben gibt es natürlich noch einzelne Privatschulen, die aber für den Ingenieur als Ausbildungsanstalt kaum in Frage kommen.

Der Hauptanteil an der Fachausbildung hat also hier die in der Praxis gewonnene Erfahrung. So wichtig und wertvoll sie auch ist, so ist sie doch in der Regel von einer starken Vernachlässigung der theoretischen Seite begleitet, die ja bei Nurpraktikern häufig verkümmert. So kommt es, daß die textilwissenschaftliche Forschung immer noch wenig betrieben wird. Dies zeigt auch ein Überblick über die Lehrpläne dieser Fachschulen, von denen in Deutschland 24 vorhanden sind[1]). Bei diesen Schulen findet der Unterricht allein oder hauptsächlich in einer Tagesschule statt. Abend- oder Sonntagslehrgänge geben außerdem denen, die schon in der Industrie tätig sind, Gelegenheit zu weiterer Ausbildung. Der Unterricht erstreckt sich auf rein fachliche Sondergebiete, wie z. B. Webereifabrikation, Färberei, Bleicherei, Druckerei, Chemie, Appretur usw. Der Lehrplan der Höheren Fachschule für Textilindustrie in Chemnitz läßt deutlich die Einseitigkeit dieser Art Schulen erkennen. Die Anstalt hat zwölf verschiedene Abteilungen. Zu der Tagesschule gehören

a) höhere Webschule, Dauer des Lehrgangs ein Jahr;
b) Vorschule für die höhere Webschule, praktische Tätigkeit im Websaale;
c) Musterzeichnerabteilung, Dauer des Lehrgangs drei Jahre;
h) Weberlehrlingsabteilung, Dauer des Lehrgangs drei Jahre;
i) Webschullehrer-Abteilung (seit 1912), Dauer des Lehrgangs zwei Jahre.

Die Hauptlehrgebiete sind Stoffweberei, Handweberei, Musterzeichnen und ein Praktikum. Der Schule ist ein öffentliches Warenprüfungsamt angegliedert.

In England, dem Altmeisterlande der Textilindustrie, liegen die Verhältnisse im Grunde genommen ähnlich. Dort sind ebenso wie in Deutschland mehrere Textilfachschulen im Lande verstreut. Daneben gibt es aber noch akademische Heimstätten der Textilindustrie, so die Universitäten Leeds und London. Diese haben je ein „textiles Institut“, an dem ein akademischer Bildungsgrad erreicht wird, was bis 1925 nur in England möglich war.

Auf das führende Institut dieser Art, das „Department of Textile Industries“ in Leeds soll im folgenden näher eingegangen werden:

Geforderte Vorbildung: Reifezeugnis für Studierende, Mittelschule für Hospitanten, Hörer.

Ausbildungsziel: Nach drei Jahren „Degree of B. Sc. in Textiles“; nach vier Jahren „Diploma in Textile Industries“.

Stundiengang: A. Sonderausbildung „in Textiles“, B. Allgemeinausbildung „with Textiles as a principal subject“.

[1]) Nach der Zeitschrift „Das deutsche Wollengewerbe“ 1927.

Lehrfächer:

Zu A. Ordinary Degree of B. Sc. in Tex

Erstes Jahr: Mathematik für angewandte Wissen ten, Einführung in die Physik, Einführung in die C Allgemeine Ingenieurwissenschaften I, Physik und C der Textilvorgänge, Einführung in die Textilindustr

Zweites Jahr: Mathematik, Physik, Chemie, T des Garnaufbaus.

Drittes Jahr: Physik, Chemische Technologie de tilfasern, Experimentelle Färberei (Vorlesungen und gen), Allgemeine Bindungslehre, Allgemeine Inge wissenschaften II.

Zu B. Ordinary Degree of B. Com. w Textiles as a principal subject.

Die textiltechnischen Fächer treten hier ihrer St zahl nach hauptsächlich zu Gunsten wirtschaf Fächer etwas zurück.

Der Lehrgang dauert wie bei A drei Jahre.

Diploma, als Anschluß an A und I Dauer gegebenenfalls zwei Jahre

Für Spinnerei-Spezialisierung:

Streichgarnspinnerei I und II, Kammgarnspinn und II, Musterausnehmen I, Appretur, Textiles wesen.

Für Tuchmacher-Sonderausbildung:

Bindungslehre III, Webereimaschinen, Musteraus men II, Farbenlehre II, Appretur, Fabrikführung, T Prüfwesen.

Für Handels-Sonderausbildung:

Bindungslehre III, Webereimaschinen, Materia Farbenlehre II, Appretur, Fabrikführung.

Dazu Wahlfächer und allgemeine Fächer.

Laboratorien: Streichgarnspinnerei, Kammgarns rei, Handweberei, Mechanische Weberei, Appretur.

Sämtliche Laboratorien enthalten nur Maschi spiele in großer Vielseitigkeit, aber geringem Umfa dienen nur für Übungen, nicht zur Praktikantenb tigung (wie z. B. bei deutschen Fachschulen). Sä Lehrkräfte sind Nichtakademiker!

Ein Vergleich mit den meisten andern Länder keine besonderen Ergebnisse. Neuartig ist der Ausbil gang der Textilingenieure in Rußland, das eine bes Textilhochschule errichtet hat, an der nur Textilinge ausgebildet werden. Der Lehrgang ist für die ei Sondergebiete verschieden, so daß also besondere L Baumwoll-, Woll- usw.-Textilingenieure herangebild den. Der Lehrstoff und die Programme dieser schule in Moskau, die im Auszug wiedergegeben machen einen außerordentlich günstigen Eindruck. dazu die nötigen Lehrkräfte auch vorhanden sin allerdings Schwierigkeiten machen dürfte, so ist Hochschule als wissenschaftliches Institut unbeding zu nehmen.

Der Lehrplan des Moskauer Text institutes enthält[2]):

1. Grundfächer:

Darunter sind enthalten alle wesentlichen allge naturwissenschaftlichen Fächer wie: Mathematik, I Chemie, darstellende Geometrie, Mechanik usw., nologie verschiedener Stoffe, technische Fächer f Maschineningenieur, daneben (für Rußland ken nend) aber Geschichte des Sozialismus, historischer rialismus usw.

2. Sonderfächer:

Baumwollspinnerei, Flachsspinnerei, Wollspi Haspeln, Zwirnen und Spinnen, Webereibetrieb.

Diese Sonderfächer enthalten neben den beso textiltechnischen Vorlesungen und Übungen auch und Praktikum in Laboratorien und Fabriken, eine Diplomarbeit und ein „Sonderprojekt“.

Der Lehrgang umfaßt acht Halbjahre. Der Le des Lehrplanes zeigt, daß die Studierenden nicht n fachlich geschult werden, sondern daß sie an techn

[2]) Aus UDSSR — von Dr. A. Hirsch, S. Hirzel, Berlin 192

emeinwissen alles das vorgetragen erhalten, was auch uns auf technischen Hochschulen gelehrt wird. Das entliche aber ist, daß diese Vorlesungen von vornin in ihrem Aufbau zur Textilkunde in Beziehung n.

Forderungen

Führende Textilindustrielle haben vielfach betont, daß Ausbildung der Textilingenieure in Deutschland mit ren Zweigen nicht gleichen Schritt gehalten hat. Als bedeutsamer Schritt, diesem Mangel abzuhelfen, ist die Errichtung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für rstoffchemie, Berlin, im Jahre 1919 zu bewerten, ngleich schon mancherlei wissenschaftliche Institute hen, wie besonders das Technikum in Reutlingen.

Der Überblick über die verschiedenen Ausbildungsichkeiten zeigt aber, daß wohl an sich genügend und wertige Lehrkräfte und Lehrstätten vorhanden sind, doch dem jungen Ingenieur ziemlich schwer gemacht , sich einer gründlichen und zielbewußten Ausbildung nterziehen, insbesondere, da er in der Regel erst im ten Teile seines Studiums in der Lage ist, seine Sonderung selbst zu wählen. Eine wirklich geeignete und hende Vorbildung könnten nur Institute, die den vorildeten Ausbildungsgang der verschiedenen Fachieure völlig durchzuführen vermögen, erteilen.

Am wesentlichsten dürfte deshalb sein, an einer oder eren Hochschulen gesonderte Textilabteigen zu errichten. Diesen müssen möglichst umfange Laboratorien angegliedert sein, die alle wesentlichen ilmaschinen in Einzelstücken enthalten.

Der Lehrplan muß so aufgestellt sein, daß sowohl vorend technologische, wie konstruktive und wirtschaft- Fachingenieure herangebildet werden. Dabei muß technologische Teil wieder in die wesentlichsten Ge- oder nach Fabrikationsgruppen unterteilt sein. er muß eine genügende naturwissenschaftliche und hinentechnische Ausbildung als Grundlage dienen.

Eine derartige Textilabteilung wäre also zweckmäßig iner ziemlich großen Technischen Hochschule, viel- unter Heranziehung eines bestehenden Forschungsinstitutes oder einer höheren Fachschule, zu errichten. Der Ausbildungsgang würde zuerst ziemlich mit dem des Maschineningenieurs parallel laufen. Nach der Vorprüfung wäre die Entscheidung der speziellen Richtung zu fällen. Für Technologen wäre hier vielleicht sofort etwa ½ Jahr Praxis einzuschalten. Um eine gründliche Schulung in den wichtigsten Grundlagen, besonders Stoffkunde, zu erzielen, wären schon vor der Vorprüfung Kurse und Übungen darüber zu halten, da erfahrungsgemäß hier nur langandauernde Beschäftigung mit dem Gegenstande wirklich von Nutzen ist.

Am Schlusse des Ausbildungsganges hat, wie sonst auch, die Diplomprüfung stattzufinden, die aber, besonders bei Technologen, eine umfassende praktische Prüfung mit enthalten muß. Für den Aufbau des Lehrplanes wären natürlich die Lehrpläne der bestehenden Institute, z. B. Leeds, heranzuziehen. Des weiteren sollten besonders Anregungen zu Doktorarbeiten gegeben werden, die mehr das konstruktive als das an sich häufiger bearbeitete technologische Gebiet behandeln. Möglichst weitgehend ist auch auf die Industrie einzuwirken, endlich die mancherorts übliche Kleinlichkeit und Geheimniskrämerei abzutun und mit den eigenen Erfahrungen und Forschungsergebnissen zum eigensten Nutzen herauszukommen.

Im Rahmen einer größeren Hochschule ließe sich dieser umfassende Plan wohl ziemlich gut unterbringen, besonders wenn schon ein textiles Institut dort besteht. Auch die Heranbildung von Textil-Chemikern wäre dort leicht möglich. Doch taucht auch hier schon die Frage auf, ob das Gebiet nicht schon zu umfangreich für eine einzelne Abteilung ist. In diesem Falle müßte an die Errichtung einer textiltechnischen Hochschule herangegangen werden, die dann alle Textilgebiete in weitestem Maße zu umfassen hätte.

Jedenfalls erscheint es notwendig, die Ausbildungsfrage des Textilingenieurs auf eine neue Grundlage zu stellen. Dadurch ist ein wissenschaftlicher Aufschwung in der gesamten Textilindustrie zu erwarten, der Deutschland auf diesem Gebiet eine Führerstellung in der Welt verschaffen würde. [B 2425]

---

nd der amerikanischen Dampfforschung[1])

m letztjährigen Bericht des amerikanischen Dampfen-Ausschusses[2]) ist nur noch von Versuchen in zwei uten die Rede. Die Thomson-Joule-Messungen der ard-Universität, deren Hauptergebnis wir früher mitt haben[1]), sind offenbar abgeschlossen.

us dem Massachusetts Institute of Techgy liegen zwei Mitteilungen vor. Keyes berichtet die Druckeinheit des Instituts. Sie beruht auf einem hohen Quecksilbermanometer, dessen Säule von einem ermantel umgeben ist. Hiermit hat man Druckwagen ht, nach dem gleichen Verfahren wie früher in der ikalisch-Technischen Reichsanstalt. Einen bequemen henwert des Druckes erhält man durch Anschluß der kwagen an Kohlensäuredampf von 0 °C, der genau ssen und sehr gut wiederherstellbar ist. Im ganzen an in dem Laboratorium jetzt bis zu 600 at gekommen, es hat sich gezeigt, daß der wirksame Querschnitt der kwagen bis zu diesem Druck unverändert bleibt. Die heinheit des Laboratoriums scheint damit weit über ir die Hochdruckdampf-Forschung erforderliche Höchst- hinaus gesichert.

Bezüglich der Temperatureinheit glaubt man noch nicht so weit zu sein. Sie beruht, wie Smith ausführt, Widerstandsthermometern aus Platin, deren Anschluß asthermometer noch aussteht, so daß man mit mög- Fehlern von 0,1 ° rechnet.

Bisher hat man die Sättigungslinie des Wasserdampfes nommen. Gegenüber den Messungen von Holborn Baumann in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ergaben sich dabei oberhalb 200 ° im allgemeinen etwas höhere Sättigungsdrücke, bei 250 bis 350 ° um rd. 0,1 vH, bei 374 ° um rd. 0,2 vH. Für den kritischen Punkt wurden 219,5 physikalische Atmosphären und 374,5 ° gefunden (gegenüber 217,8 physikalischen Atmosphären und 374 ° der Reichsanstalt).

Die Messungen des spezifischen Volumens der Flüssigkeit und des gesättigten Dampfes werden als ziemlich abgeschlossen bezeichnet. Nunmehr will man zur Messung des spezifischen Volumens des überhitzten Dampfes übergehen. Für kleine spezifische Volumen soll dabei wieder mit einer Nickelbombe gearbeitet werden, für größere soll ein aus zwei Halbkugeln zusammengeschweißtes Gefäß von 114 mm Außendurchmesser aus einem Sonderstahl dienen.

Aus dem Bureau of Standards, das die kalorimetrischen Messungen übernommen hat, berichtet E. S. Mueller nur über die Versuchseinrichtung. Dabei scheinen die Temperatur- und die Druckmessung bemerkenswert. Die Temperatur wird nämlich an den Stellen gemessen, wo Widerstandsthermometer eingebaut werden können, und der Temperaturunterschied zwischen diesen Stellen und denjenigen, an welchen man die Temperatur wissen will, soll dann mit Differential-Thermoelementen bestimmt werden. Auch der Druck wird nicht ganz unmittelbar gemessen, sondern über Membranen auf Druckzellen übertragen, an die die Druckmeßgeräte angeschlossen sind, so daß diese nicht mit dem Wasser in Berührung kommen.

Man hofft nun, die Messungen schnell, vielleicht schon im Laufe dieses Jahres, durchführen zu können. Im vorigen Jahre haben auch Osborne und Stimson ausschließlich und Fiock während sechs Monate an dieser Untersuchung gearbeitet. [N 830]

Berlin M. Jakob

[1] Vergl. auch M. Jakob, Z. Bd. 68 (1924) S. 732, Bd. 69 (1925) S. 712 70 (1926) S. 1623.
[2] Progress in Steam Research, „Mechanical Engineering“ Bd. 49 S. 160.

Haushalt-Kältemaschinen

Von R. Plank, Karlsruhe

(Schluß von S. 1389)

Besondere Merkmale der Absorptionsmaschinen

Wahl der Arbeitsstoffe. Bei den ältesten Maschinen wurde nach Carré als Kälteträger Wasserdampf und als absorbierender Stoff konzentrierte Schwefelsäure (H_2SO_4) gewählt. Mit diesen Stoffen arbeiten noch heute ganz kleine Haushalt-Eismaschinen[11]).

Wesentlich bedeutungsvoller sind mit Wasser und Ammoniak arbeitende Maschinen, bei denen Ammoniak als Kälteträger dient[12]). Aus wässerigen Ammoniaklösungen (Salmiakgeist) wird bei Erwärmung Ammoniak ausgetrieben und im Kondensator durch Kühlwasser niedergeschlagen; leider läßt sich nicht vermeiden, daß gleichzeitig kleine Mengen von Wasserdampf mitgerissen werden, die bei der anschließenden Verdampfung eine schädliche Wirkung ausüben, da sie einen Teil des Ammoniaks in der Lösung zurückhalten und ihn an der nutzbaren Verdampfung behindern[13]). Das mitgerissene Wasser muß von Zeit zu Zeit in den Kocher-Absorber zurückgeführt werden, was bei vielen Bauarten mit Kälteverlusten und umständlichen Maßnahmen verbunden ist.

Eine weitere Schwierigkeit bei den mit flüssigen Absorptionsmitteln arbeitenden sogenannten „nassen" Maschinen ist, daß das absorbierte Mittel (NH_3) beim Kochen von der Oberfläche zwar leicht verdampft, aber beim Kühlen nur dann absorbiert wird, wenn es ins Innere der absorbierenden Flüssigkeit geleitet wird; für das Austreiben und das Absorbieren braucht man also verschiedene Gaswege, von denen der eine immer geschlossen sein muß. Dadurch wird der Entwurf der Anlage erschwert; man braucht entweder Ventile in den Leitungen, die undicht sein können, oder besondre sinnreiche Schaltungen und Hilfsmittel. Die flüssige Füllung ist noch insofern nachteilig, als sie durch ihren hohen Wasserwert den Energieaufwand zum jedesmaligen Durchwärmen beim Kochen steigert und bei Explosionen eine erhöhte Gefahr bedeutet.

[11]) Z. B. der Thüringer Eismaschinen-Gesellschaft in Gera, vergl. E. Schneider, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) S. 7, und der Hansa-Kälteindustrie in Bergedorf.

[12]) Ueber die thermischen Eigenschaften wässeriger Ammoniaklösungen vergl. H. Mollier, Forschungsarbeiten Heft 63/64 (1909), und Th. A. Wilson, Univ. of Illinois, Bulletin Nr. 23, 1925.

[13]) Vergl. R. Plank, Theorie der Absorptions-Kältemaschinen, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 17 (1910) S. 1.

Abb. 28
Adsorptions-Isobaren, aktive Kohle-Ammoniak

Abb. 27
Trocken-Absorptionskühlschrank von Humboldt, Köl[n] und den Schwarzwald-Werken Lang, Mannhei[m]

Man hat sich daher bemüht, das Wasser durc[h] Stoffe zu ersetzen, die Ammoniak oder andere Kält[e] in hohem Maß absorbieren.

Als trockene Absorptionsmittel kommen bes[...] die Halogenverbindungen verschiedener Metalle [...] tracht, insbesondere Chlorkalzium ($CaCl_2$), das b[...] „Sicfrigo"-Maschinen der Firma Humboldt, Köln, A[...] Verwendung findet. Dieses Salz absorbiert meh[...] sein eigenes Gewicht an Ammoniak, und es e[...] eine feste komplexe Verbindung. Der höchsten Sätt[...] bei der das Chlorkalzium 123 vH seines Gew[...] am Ammoniak absorbiert, entspricht die Verbi[...] $CaCl_2 \cdot 8\,NH_3$. Diese Verbindung zersetzt sich abe[...] weise schon bei Zimmertemperatur.

Am Schluß der Kühlung enthält der Absorb[...] wesentlichen die Verbindung $CaCl_2 \cdot 8\,NH_3$ neben de[...] bindung $CaCl_2 \cdot 4\,NH_3$. Man kann im allgemeinen m[...] bis 1,10 kg NH_3 auf 1 kg $CaCl_2$ rechnen. Bei 1[...] Kondensationsdruck und Erwärmung des Kocher[...] auf 100 ° wird reichlich die Hälfte des absorbierte[...] moniaks ausgetrieben; bei Erwärmung auf 120 ° [...] ungefähr ²/₃ des Ammoniaks frei und für die Kält[...] gung verfügbar.

Als ein Nachteil der trockenen Absorptionsmas[...] ist die schlechte Wärmeleitfähigkeit des trocken[...] beitstoffes hervorzuheben, die seine Anordnung in [...] Schichten auf geheizten metallischen Unterlagen [...] dert. Während reines Chlorkalzium körnig ist, bi[...] nach der Aufnahme von Ammoniak eine zusamm[...] gende amorphe Masse, die auch nach starkem [...] treiben von Ammoniak ihr Gefüge nicht ändert, [...] man die Anlage beim Fortschaffen auch kippen da[...] Reaktionswärme bei der Aufnahme von 1 kg NH_3 [...] Chlorkalzium noch größer als bei Wasser. Das [...] gilt für die Austreibungswärme, doch fallen die [...] schiede wirtschaftlich wenig ins Gewicht.

Man hat auch vorgeschlagen, in nassen und tro[...] Maschinen an Stelle von NH_3 z. B. Methylamin (C[...]

Äthylamin ($C_2H_5NH_2$) zu verwenden, doch liegen noch keine praktischen Erfahrungen mit diesen emitteln vor.

dsorptionsmaschinen. Der Vorgang der rption entspricht einer chemischen Reaktion, bei der e Wärmen frei werden. Es entstehen neue chemische indungen, wie $NH_4(OH)$, $CaCl_2 \cdot 8\,NH_3$ u. a., die fest gt sind und zu deren Spaltung, d. h. zum Austreiben Ammoniaks, wieder große Wärmemengen und solche peraturen erforderlich sind. Daneben ist seit langer bekannt, daß hochporöse feste Körper wie Holzkohle, elgur, Bimstein, Meerschaum u. a., an ihrer Ober- e bedeutende Mengen von Gasen und Dämpfen fest- n können. Diese Erscheinung, die man als Ad- ption bezeichnet, gehört in das Gebiet der Kapillar- ie.

Die adsorbierten Gasmengen nehmen mit wachsendem lruck erst rasch und später langsam zu. Mit steigen- Temperatur nimmt die adsorbierte Gasmenge erst 1 und dann langsam ab, Abb. 28. Verschiedene Gase rbiert der gleiche Stoff um so stärker, je leichter sich Gase verflüssigen lassen.

Z. B. kann getrocknete kolloidale Kieselsäure („Silica) nennenswerte Mengen von Wasserdampf auf- en. Da der Druck des Wasserdampfes bei tiefen peraturen sehr niedrig ist, so verläuft die Kälteerzeu- im Gebiet des Unterdrucks. Das verursacht Schwie- eiten bei der Abdichtung der Anlage, ferner sind bei igen Dampfdrücken die adsorbierten Mengen ver- ismäßig klein, so daß die Anlagen trotz der hohen ampfwärme des Wassers ziemlich umfangreich werden. größere Leistungen braucht man eine besondere Luft- e zum Aufrechterhalten des Unterdrucks. Silica ist auch ein schlechter Wärmeleiter[14]).

Der wichtigste adsorbierende Stoff ist aber die ak- e Kohle[15]). Als Ausgang dienen Torf und Kokos- chalen, deren kolloid-disperser Feinbau bei vorsich- 1 Verkohlen erhalten bleibt. Der Rohstoff wird mit chlorid getränkt und bei 500 bis 700° in einer ensäure-Atmosphäre verkokt; nach einem anderen ihren aktiviert man unter Anwendung von Wasser- f bei 900 bis 1000°. Für die Kälteerzeugung kommt ster Linie aktive Kohle mit Ammoniak in Frage, doch en auch andre flüchtige Stoffe, z. B. Alkohole verwen- erden. In Abb. 28 sind für eine ältere Sorte von aktiver e die Adsorptions-Isobaren dargestellt[16]). Geeignete rptionskörper sind ferner die Zeolithe, eine Mineral- e von Tonerde-Kalk-Natronsilikaten von verschie- Zusammensetzung[17]).

[14]) Vergl. z. B. „Cold Storage" Sept. 1924, Febr. u. März 1925.

[15]) In Deutschland wird aktive Kohle hauptsächlich von der Carbo- hergestellt (Arbeitsgemeinschaft der I.-G. Farbenindustrie mit tallbank in Frankfurt und dem Verein f. chemische und metallur- Produktion in Karlsbad). Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 457.

[16]) F. A. Henglein und M. Grzenkowski, Z. f. angew. e (1925) S. 1186.

[17]) Vergl. Simon, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) erscheint chst.

a Kocher, b Kühlschlange, c Wasserabscheider, d Bedienungshebel, e Kippmechanismus, f Schwenkrohr, g Wasser-Dreiweg-hahn, h Kondensator, i Verdampfer, k Eiszelle, l regelbarer Wasser-ablaufhahn, m Ammoniakhahn, n Wasserhahn

Abb. 29. Absorptions-Kältemaschine, Bauart Dr. Rumpler

Nasse, aussetzend arbeitende Absorptionsmaschinen. Die Grundglieder sind bei allen Maschinen gleich: ein Kocher-Absorber mit Heizquelle und Kühlschlange, ein Rektifikator zum Abscheiden des mitgerissenen Wasserdampfes und ein Kondensator mit angeschlossenem Sammelbehälter für das verflüssigte Kältemittel, der während des Kühlens als Verdampfer dient. Die kennzeichnenden Merkmale der einzelnen Ausführungen beziehen sich auf folgende Arbeitsgänge:

a) Steuerung der Ammoniakwege (Austreiben von der Oberfläche, Absorption unter dem Flüssigkeitsspiegel);
b) Rückführen des mitgerissenen Wassers;
c) Umschalten vom Kochen auf Kühlen und umgekehrt.

Steuerung der Ammoniakwege

Für das Steuern der Ammoniakwege hat man die Anordnung eines Schwenkrohres, die Verlegung des Flüssigkeitsspiegels im Kocher-Absorber und die Anwendung von Sperrflüssigkeiten vorgeschlagen.

Bei der älteren Bauart von Rumpler, Abb. 29, wird ein Schwenkrohr *f* verwendet. Während des Kochens liegt seine Öffnung über dem Flüssigkeitsspiegel des Kochers *a*, so daß die ausgetriebenen NH_3-Dämpfe durch das Rohr *f* in den Rektifikator *c* (Wasserabscheider) und von da in den Doppelrohrkondensator *h* und den Verdampfer *i* gelangen; das Kühlwasser tritt durch den Hahn *n* ein, läuft im Gegenstrom durch den Kondensator und den Rektifikator und tritt durch den Hahn *g* in das Ablaufrohr.

Beim Umschalten auf Kühlen wird das Schwenkrohr mittels des Handgriffs *d* in die arme Lösung gesenkt. Die im Verdampfer gebildeten Dämpfe gelangen nun auf dem gleichen Wege zurück in den Kocher, treten aber da unter den Flüssigkeitsspiegel und werden rasch absorbiert. Mit dem Schwenken des Rohres *f* wird gleichzeitig der Kühlwasserhahn *g* umgeschaltet, so daß das Kühlwasser jetzt vom Rektifikator in die Kühlschlange des Kochers tritt, die Absorptionswärme aufnimmt und durch den Wasserhahn *l* abläuft, der auf richtige Durchflußmenge eingestellt ist. Natürlich kann beim Schwenken auch die Heizquelle des Kochers abgeschaltet werden.

Die Steuerung der Ammoniakwege mit Hilfe der Verlegung des Flüssigkeitsspiegels veranschaulicht die Anlage der Absorptions-Kühlapparatebau-G. m. b. H., Berlin, Abb. 30. Der Kocher *a* hat einen Heizmantel *b* und im Innern einen unten offenen Einsatzzylinder *c*. Beim Kochen wird die reiche Ammoniaklösung durch die im Einsatzzylinder gebildeten Dämpfe in den äußeren Ringraum gedrückt (Flüssigkeitsspiegel 1—1—1), wo sie der Wirkung der im Mantel aufsteigenden Heizgase am stärksten ausgesetzt ist. Die gebildeten Dämpfe

Abb. 30
Anlage der Absorptions-Kühlapparatebau-G. m. b. H., Berlin
Steuerung der Ammoniakwege durch Verlegung des Flüssigkeitsspiegels

a Kocher, b Heizmantel, c Einsatzzylinder, d Leitung zum Kondensator, e Kondensator, f Verdampfer, g Dreiweghahn, h Kühlschlange

Abb. 31 und 32
Ventilloser Absorptionskühler von C. Senßenbrenner, Düsseldorf

a Glocke *b* Kocher *c* Behälter mit siedendem Wasser *d* ringförmiger Kondensator *e* Eimer mit kaltem Wasser *f* isolierter Behälter

können nur durch die Leitung *d* in den Kondensator *e* und von da verflüssigt in den Verdampfer *f* entweichen. Dabei fließt das Kühlwasser im Gegenstrom durch den Kondensator und durch den Dreiweghahn *g* (Hebelstellung 1) ab.

Beim Übergang auf Kühlen wird der Dreiweghahn in die Stellung 2 gedreht, wobei gleichzeitig die Heizquelle *x* ausgeschaltet wird. Das Kühlwasser fließt nun durch die Kühlschlange *h*. Die im Verdampfer gebildeten Dämpfe drücken auf den Flüssigkeitsspiegel im Kocher und heben die arme Ammoniaklösung in den Einsatzzylinder (Spiegellage 2—2—2). Die Ammoniakdämpfe können nun von unten in den Einsatzzylinder eintreten und werden beim Aufsteigen von der Flüssigkeit absorbiert.

Auf dem gleichen Gedanken beruhen die kleinen Kühlanlagen von C. Senßenbrenner, Düsseldorf, Abb. 31 und 32. Der Einsatzzylinder, der die Verlegung des Flüssigkeitsspiegels hervorruft, ist hier durch die Glocke *a* ersetzt. Beim Kochen, Abb. 31, das etwa 20 min dauert, wird der Kocher *b* in einen Behälter *c* mit siedendem Wasser, der ringförmige Kondensator *d* in einen Eimer *e* mit kaltem Wasser gesenkt. Beim Kühlen, Abb. 32, wird das kalte Wasser erneuert und dann der Kocher in den Eimer *e*, der nun als Verdampfer wirkende Kondensator *d* in einen isolierten Behälter *f* gestellt. In dem Hohlraum des Verdampfers wird die zu kühlende Flasche angeordnet. Die Kälteleistung beträgt für jede Kochung rd. 60 kcal. Eine größere Anlage dieser Art mit einer Kälteleistung von rd. 300 kcal für jede Kochung baut die F[...] in Verbindung mit einer isolierten Kühlkiste, [...] kleine Mengen von Lebensmitteln aufbewahrt we[...] können.

Eine Anlage, bei der die Ammoniakwege für K[...] und Kühlen durch Sperrflüssigkeiten gesteuert we[...] stellt die Firma Mannesmann-Industrie- und Ha[...] A.-G., Berlin, her, Abb. 33. Die Richtungen[...] denen Ammoniak und Wasser fließen, sind in Abb. 3[...] das Kochen durch ausgezogene Pfeile, für das K[...] durch gestrichelte Pfeile bezeichnet; *q* ist der Be[...] mit der Sperrflüssigkeit, z. B. Quecksilber.

Als Sperrflüssigkeit kann man aber auch nach [...] Vorschlag von Gebr. Bayer, Augsburg, das flüssige[...] moniak im Verdampfer verwenden, Abb. 34[18]). [...] im Kocher *a* gebildete Dampf tritt durch den Ab[...] der *b* in den Kondensator *c* und von da verflüssigt i[...] Verdampfer *d*, wobei das Rohr *e* bis zum Boden des[...] dampfers reicht. Beim Kühlen ist dann der Weg [...] das Rohr *e* gesperrt, und die kalten Dämpfe werden [...] das Rohr *f* unter den Flüssigkeitsspiegel des Kocher[...] leitet.

Rückführung des mitgerissenen Wassers

In Abb. 35 ist die von Gebr. Bayer, Augs[...] vorgeschlagene Lösung dargestellt[19]). Die Leitu[...] durch die die kalten Ammoniakdämpfe während des [...] lens aus dem Verdampfer *c* in den Aufsauger *b* gela[...] reicht bis zum Boden des Verdampfers und hat im o[...] Teil des Verdampfers eine verhältnismäßig enge Öffnu[...]

Abb. 34
Absorptions-Kältemaschine von Gebr. Bayer, Augsburg

a Kocher-Aufsauger
b Wasserabscheider
c Kondensator
d Verdampfer
e Flüssigkeitsleitung
f Kaltdampfleitung

Diese Öffnung reicht im gewöhnlichen Betrieb [...] Abführen der kalten Dämpfe aus dem Verdampfer[...] Um gelegentlich das mitgerissene Wasser zurü[...] führen, das sich am Boden des Verdampfers sammelt[...] stärkt man durch künstlich erhöhte Wärmezufuh[...] Verdampfer die Dampfbildung so, daß die kleine Öffn[...] nicht mehr ausreicht; der Dampf drückt dann die ge[...] Flüssigkeit des Verdampfers durch die Leitung *a* i[...] Aufsauger zurück.

Hinter der ersten Windung des Doppelrohrko[...] sators *e* ist ein Wasserabscheider *f* eingebaut. *g* sin[...] Heizpatronen.

Auch bei der Anlage nach Abb. 34 läßt die Veren[...] im Rohr *f* nur die bei gewöhnlichem Betrieb entwic[...] Dampfmenge durch. Bei starker Dampfentwicklung [...] die gesamte Flüssigkeit durch das Rohr *e* in den Abs[...] zurückgedrückt.

Umschalten von Kochen auf Kühlen

Das Umschalten wird vielfach von Hand bew[...] Man benutzt eine Weckeruhr, die nach Ablauf [...] Kochens durch das Klingeln an das Umschalten des [...]

Abb. 33
Schema der Absorptions-Kältemaschine des Mannesmann-Tiefkühlschrankes

a Druckrohr
b Membran
c Auslösehebel
d Schalthebel
e Gewicht
f Kontakt
g elektrische Leitung
h Heißdampfrohr
i Kühlwasserablauf
k Verflüssiger
l Verdampfer
m Wasserabscheider
n Eiszelle
o Kühlwasserzufluß
p Wasserumschalter
q Behälter für Sperrflüssigkeit
r Kocher-Aufsauger
s Kühlwasserablauf
t elektrische Heizung

[18]) DRP 423042. [19]) DRP 419720.

s erinnert, womit das Abstellen der Heizquelle zwang-
g gekuppelt wird. Für das selbsttätige Umschalten
es verschiedene Möglichkeiten: Die Schaltbewegung
z. B. durch die Temperatur der heißen Lösung am
des Kochens beeinflußt werden; diese Temperatur
nicht wesentlich über 120° steigen, wenn nicht grö-
Wassermengen mitgerissen werden sollen.

Das Druckrohr *a* des Temperaturreglers, Abb. 33,
iesmann, ragt in den Kocher hinein; die Membran *b*
rbricht, wenn sie sich ausdehnt, den Kontakt *f* des
stroms und schaltet gleichzeitig das Kühlwasser vom
lensator auf den Absorber um. Ähnliche Schalter
n auch die Polaris-Maschinen von Gebr. Bayer, Augs-
. Nach Ablauf des Kühlens kann das Wiederein-
lten der Heizquelle durch einen Thermostaten er-
n, der von der Temperatur im Verdampfer oder im
schrank beeinflußt wird.

Die Schaltbewegung könnte auch dadurch ausgelöst
en, daß die ganze Anlage um eine feste Achse
enkbar angeordnet wird. Kocher und Verdampfer
n auf verschiedenen Seiten dieser Achse. Während
Kochens wird der Kocher immer leichter und der Ver-
fer immer schwerer. Diese Gewichtverschiebung
eine Kippbewegung ein, die die Anlage auf Kühlen
haltet. Die Kippbewegung kann außer zum
halten natürlich auch zum Umsteuern der Ammo-
wege und zum Rückführen des mitgerissenen Wassers
enutzt werden[20].

Abb. 35
osorptions-Kälte-
aschine Polaris
von Gebr. Bayer

a Ansaugleitung
b Kocher-Aufsauger
c Verdampfer
d Ansaugöffnung
e Kondensator
f Wasserabscheider
g Heizpatronen

Schließlich kann die Umschaltung auch mit Hilfe
mit einem Uhrwerk versehenen Zeitschalters er-
n. Einen solchen Zeitschalter hat die elektrisch be-
e Absorptionsmaschine der Hall-Borchert Manufac-
g Co. in Scranton, Pa.

kene unterbrochen arbeitende Absorptionsmaschinen

Die schlechte Wärmeleitfähigkeit der festen Absorp-
stoffe (Salze, aktive Kohle u. a.) und das Bestreben,
allseitigen Zutritt des Ammoniaks zu diesen Stoffen
rleichtern, führt zu Bauarten des Kochers, bei denen
absorbierende Stoff in dünnen Schichten auf gut
neleitenden Unterlagen (Rippen, Tellern, Röhren,
len) ausgebreitet ist. Der Kocher erscheint von
n als langgestreckter stehender Zylinder (z. B. bei
„Sicfrigo"-Anlage, Abb. 27).

Bei den Absorptionsmaschinen ist in der Regel wirt-
ftlicher Betrieb nur bei Beheizung mit Gas oder
igen Brennstoffen möglich. Dabei hat sich gezeigt,
mittelbare Beheizung durch Wasser, das bis dicht an
n Siedepunkt erwärmt wird und im Kocher wie in
einer Schwerkraft-Warmwasserheizung umläuft, sehr
vorteilhaft ist (Sicfrigo). Der Wassermantel erhöht
zwar den Wasserwert des Kochers und damit die bei
jedem Anheizen aufzuwendende Wärmemenge, doch wird
das erzeugte heiße Wasser beim Umschalten auf Kühlen
durch das von unten in den Kochermantel eindringende
Kühlwasser vorgeschoben und fast ohne Temperaturver-
lust für Haushaltzwecke (Kochen, Waschen, Spülen,
Baden) gewonnen.

Da im Heizmantel kein Überdruck herrschen soll, ist
die Temperatur der Ammoniak-Austreibung im Kocher
auf 100° begrenzt. Das hat zwar zur Folge, daß nur
etwas mehr als die Hälfte des vom Chlorkalzium aufge-
nommenen Ammoniaks für die Kälteerzeugung nutzbar
gemacht werden kann, verbürgt aber den sehr wichtigen
Vorteil, daß selbst bei völligem Ausbleiben des Kühl-
wassers der Druck im Kondensator nie über 16 bis 17 at
steigt, wodurch weitere Sicherheitsvorrichtungen entbehr-
lich werden.

Ununterbrochen arbeitende Absorptionsmaschinen

Bevor die ununterbrochen arbeitende Maschine für Haus-
halt-Kühlschränke verwendet werden konnte, mußte die
Flüssigkeitspumpe, die ständig die reiche Lösung aus dem
Absorber in den Kocher befördert, durch entsprechende
Maßnahmen beseitigt werden. Das Fehlen der bewegten
Teile sollte also erhalten bleiben. Hierfür hat man
mehrere Wege vorgeschlagen:

Geppert (1899) führte in die Ammoniak-Absorp-
tionsmaschine von Carré ein indifferentes, nicht konden-
sierbares Gas ein, das durch das Heizen aus dem Kocher
ausgetrieben wird und sich nur im Verdampfer und im
Absauger ansammelt, wo sein Teildruck den sonst zwi-
schen Kocher und Absorber vorhandenen Druckunterschied
ausgleicht. Danach herrscht in der ganzen Anlage der
gleiche Gesamtdruck, und das Zurückführen der reichen
Lösung in den Kocher erfordert keine Pumpenarbeit.

Als indifferentes Gas wählte Geppert Luft. Der Vor-
gang im Verdampfer ist von dem in der Carréschen Ma-
schine insofern verschieden, als auf der verdampfenden
Flüssigkeit nicht nur der Sättigungsdruck des Ammo-
niaks, sondern noch der zwei- bis dreimal größere Luft-
druck lastet. Es findet also nicht mehr Verdampfung, son-
dern Verdunstung statt, die etwa mit dem Verdunsten von
Wasser von 70° unter Atmosphärendruck verglichen
werden kann. Das Verdunsten geht wesentlich langsamer
vor sich als das Verdampfen, weil die gebildeten Dämpfe
durch das indifferente Gas diffundieren müssen. Die Ge-
schwindigkeit des Verdunstens war bei der Anlage von
Geppert so gering, daß man die Luft mittels eines Hilfs-
ventilators in Umlauf setzen mußte, um nennenswerte
Kälteleistungen zu erzielen, dadurch wurden aber wieder
bewegte Teile notwendig.

Die Geschwindigkeit des Diffundierens und damit des
Verdunstens kann man wesentlich steigern, wenn man als
indifferentes Gas nicht Luft, sondern Wasserstoff wählt.

Die Verwendung von Wasserstoff haben zuerst
v. Platen und Munters in Stockholm vorgeschla-
gen[21]). Maschinen dieser Art werden jetzt von der A.-B.
Elektrolux, Stockholm, gebaut. Die Wirkungsweise
zeigt Abb. 36. Verdampfer *f* und Absorber *h* sind neben-
einander angeordnet, wobei der Verdampfer etwas höher
steht. Nachdem das Gasgemisch von Ammoniak und
Wasserstoff im Absorber das ganze Ammoniak an die auf
Schalen herabrieselnde arme Lösung abgegeben hat, tritt
reiner Wasserstoff aus dem Absorber im Sinne des oberen
Pfeiles in den Verdampfer. Hier rieselt das vom Konden-
sator kommende flüssige Ammoniak ebenfalls auf Scha-
len *g* herab, die zur Erhöhung der Verdunstungsgeschwin-
digkeit dienen. Die gebildeten Ammoniakdämpfe mischen
sich mit dem Wasserstoff. Da das Gewicht dieses Gas-
gemisches im Verdampfer schwerer ist als die von Am-
moniak befreite Wasserstoff-Gassäule im Absorber, so
entsteht ein selbsttätiger Umlauf der Gase im Sinne der
Pfeile durch den Absorber und Verdampfer, wodurch die
Diffusionsgeschwindigkeit bedeutend erhöht wird.

[20]) Z. B. im DRP. 435994 und im französ. Pat. 606700 Société Ano-
„Frigor".

[21]) B. v. Platen und C. G. Munters, Teknisk Tidskrift (1925)
S. 89, vergl. auch Z. Bd. 70 (1926) S. 597 und Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 33
(1926) S. 106.

Abb. 36
Wirkungsweise der Absorptions-Kältemaschine von v. Platen und Munters

a Blasenbildner
b Kocher
c elektrischer Heizkörper
d Wasserabscheider
e Kondensator
f Verdampfer
g Verteilbleche
h Absorber
i Kühlwassermantel

Abb. 38
Ausführung der Maschine von Altenkirch in Glas

a Absorber
b Kocher
c Abscheider
d Steigrohr
e Verflüssiger
f Verdampfer
g Kühlrohr für Sole
h Abflußrohr
i, k Wasserabscheider
l Kühlrohr

Die Rückführung der im Absorber gebildeten reichen Lösung in den höher liegenden Kocher *b* erfolgt durch Heizen der die reiche Lösung führenden Rohrleitung *a* vor deren Eintritt in den Kocher[22]); *c* ist der elektrische Heizkörper. Durch diese Heizung wird das Ammoniak schon in der Steigleitung ausgetrieben, so daß die Flüssigkeitsäule hier spezifisch leichter wird (Thermosyphon). In Abb. 36 ist *d* der Wasserabscheider (Rektifikator) und *e* der Kondensator. Das Kühlwasser tritt zuerst in den Wassermantel *i* des Absorbers und dann in den Kondensator. Bei einer Energiezufuhr von 300 W soll die Maschine eine Kälteleistung von 80 kcal/h entwickeln.

Bei dem neuesten Muster (1927) der Elektrolux-Anlagen[23]) sind verschiedene Änderungen vorgenommen worden. Die stündliche Kälteleistung ist auf rd. 100 kcal/h erhöht. Der Solebehälter (in Abb. 36 ist der Blasenbildner durch eine Soletasche geführt) ist fortgelassen, und der Kühlkörper für die unmittelbare Verdampfung ist mit einem Mantel aus Aluminiumguß versehen und in der oberen Ecke des Kühlschrankes angeordnet, Abb. 37. Darunter liegt in einem isolierten Kasten die übrige Anlage. Die elektrische Heizleistung ist auf 360 W erhöht, doch kann sie bei geringerem Kältebedarf ohne nennenswerte Verschlechterung des Wirkungsgrades auch auf 180 und 280 W umgeschaltet werden. Sobald das Kühlwasser ausbleibt, wird der elektrische Strom durch einen Sicherheitsschalter selbsttätig abgestellt.

Ein ganz anderes Verfahren für eine fortlaufend arbeitende Absorptionsmaschine ohne bewegte Teile hat A l t e n k i r c h angegeben[24]). Der Druckunterschied zwischen dem Kocher und Absorber wird hier durch die Flüssigkeitssäule der reichen Lösung überwunden; der Absorber *a*, Abb. 36, ist so hoch über dem Kocher geordnet, daß der Druck der Flüssigkeitsäule in der bindungsleitung und des Dampfes im Kocher aus um die reiche Lösung in den Abscheider *c* zu beför Es ist klar, daß man auf diese Weise nur verh mäßig kleine Druckunterschiede überwinden kann. Ammoniakmaschinen mit mehreren Atmosphären D unterschied eignet sich dieses Verfahren nicht. gegen lassen sich Anlagen mit Wasserdampf und S felsäure (Unterdruckanlagen) leicht ausführen; denn beträgt der Druckunterschied nur 0,03 bis 0,04 at. kleinen Druckunterschieden genügt auch schon die Th syphon-Wirkung, also ein kommunizierendes Rohr, aufsteigender Ast unter starker Dampfentwicklun heizt wird. Eine solche Anlage, Abb. 38, muß wege chemischen Wirksamkeit der konzentrierten Sch säure in Glas, Porzellan oder Ton ausgeführt werd

Schließlich ist noch ein drittes Verfahren für unt brochen arbeitende Absorptionsanlagen ohne be Teile bekannt geworden; danach führt man das Amm aus der niedrig gespannten reichen Lösung des Abso in die hochgespannte arme Lösung des Kochers unte hilfenahme des osmotischen Druckes über[25]). In de tung vom Absorber zum Kocher befindet sich eine durchlässige Membran, z. B. aus unglasiertem Porz das mit Paraffin behandelt ist. Sobald die Konzentr des Ammoniaks im Absorber, im Vergleich zu der zentration im Kocher, einen gewissen Wert übersch tritt Ammoniakdampf in den Kocher über, bis ein Druck und Temperatur auf beiden Seiten der Mem abhängiges Gleichgewicht erreicht ist. Ob Absorp anlagen nach diesem Verfahren bereits ausgeführt ist nicht bekannt geworden. [B 593]

Abb. 37
Neues Muster des Elektrolux-Kühlschrankes

22) Diesen Vorschlag hat wohl zuerst E. A l t e n k i r c h gemacht, vergl. DRP 427 278. Die Elektrolux-Gesellschaft hat neuerdings andere Mittel zum Erreichen des gleichen Zieles angegeben.

23) Vergl. „Cold Storage and Produce Review", London, März 1927.

24) DRP 395 421 und 427 278; vergl. auch Z. Bd. 70 (1926) S. 597. Die Patente werden von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, verwertet.

25) DRP 400 488, A. B. Zander und Ingeström und H. Hylan Stockholm.

RUNDSCHAU

…den Stil im technischen Schrifttum und Geschäftsverkehr

…ie Zeichnung ist die Sprache des Ingenieurs. Sie ist …ternationale Verständigungsmittel der technischen … Diese Wahrheit ist das erste, was der angehende …ur auf der Fachschule oder der Hochschule hört, …hm die Notwendigkeit der zeichnerischen Darstellung …gt wird. Ein allen technisch Gebildeten geläufiges …digungsmittel ist um so notwendiger, je weiter die …biete des Ingenieurwesens auseinanderstreben, sich …igen und verästeln. Aber der technische Verkehr …ich nicht nur zwischen Ingenieuren ab. In der Wirt… der die Technik letzten Endes dient, spricht — im … und im kleinen — vielfach der technisch nicht ge… Kunde, der Finanzmann oder der Verwaltungsbeamte …zte Wort. Der Ingenieur muß deshalb in der Lage …us seinem Tätigkeitsbereich heraus die Zeichnung …das gesprochene oder geschriebene Wort allgemein…dlich und wirksam zu ergänzen. Und hierin ist der …ur vielfach — ich möchte fast sagen: in der Regel …kwürdig ungewandt. In dem Einleitungsvortrag zu …seiner Kurse sagte kürzlich ein bekannter Lehrer …lekunst: „Wenn man einen Ingenieur nach dem Zweck … Arbeitsweise dieser oder jener Maschine fragt, dann … er einige halbe Sätze, die der Laie nicht versteht, …chließlich seine ständige Waffe, den Bleistift, und …rleichtert aufatmend: „Ich will es Ihnen mal eben …hnen." So übertrieben das Urteil sein mag, es ist …nberechtigt.

… trifft sich häufig, daß die technisch bestbegabten …ure im sprachlichen Ausdruck geradezu hilflos sind. …at der Ingenieur wichtige Aufgaben in der Sprach…ng zu erfüllen. Er ist meist derjenige, der für die …ungen, Erfindungen und neuen Begriffe aus Natur…schaft und Technik neue Wörter finden muß, die Be…nd Verkörperung decken.

…r Mangel an sprachlicher Gewandtheit ist darauf …uführen, daß hervorragende Fähigkeiten meist als … auftreten, und daß die Begabung für technisches …erhaupt exaktes Wissen und Können äußerst selten …er Begabung für Sprachen im allgemeinen, insbeson… die Muttersprache, und für das eng mit ihr verwandte …mpfinden zusammentreffen. Ausnahmen, die die …estätigen, sind einige unserer Geistesfürsten, einige … Physiker und große Musiker und die Dichteringe… Max Maria von Weber und Max Eyth. Je schwächer …zelnen Fähigkeiten ausgeprägt sind, desto häufiger …n die Übergangsformen abgerundete Geister mit …Durchschnittsbegabung für eine größere Zahl von …sgebieten hervorzubringen. Über diese Feststellung …n Pädagogik, Psychologie und Philosophie der … noch nicht hinausgekommen zu sein.

…ler hat es erlebt, welche Qualen ein rednerisch …ter Vortrag den Zuhörern bereiten kann, jeder weiß, …e Fähigkeit, einen überlegenen Gedanken schnell … klarer und gefälliger Form wiederzugeben, in ge…cher Verhandlung für den Erfolg ausschlaggebend …nn; jeder aufmerksame Leser versteht die suggestive …g einer geschickten Reklame und erkennt den wer… Wert eines formvollendeten Geschäftsbriefes. Aber … überläßt der Ingenieur die Reklame eigens heran…ten Werbefachleuten, die formgerechte Bearbeitung …fsätzen und anderen Veröffentlichungen der Schrift… der Zeitschriften, Form und Ordnung von Vorträgen …ten Willen des Vortragenden und dem verzweifelten …enden der Versammlung. Schlechte Verhandlungs… sind seltener; sie werden schnell durch das Sieb des …s hindurchgerüttelt. Ganz im argen liegt die per…ste Form des technischen Verkehrs, der tägliche ge…che Briefwechsel.

…l das gesprochene oder geschriebene Wort den ge…ten Erfolg haben, so muß die Sprache gram…ch richtig, schlicht, sachlich und …kmäßig, lebendig und flüssig sein.

…erlegungen, ob eine Satzform oder ein Ausdruck …ig ist oder nicht, ersetzt dem stilistisch Gewandten …achgefühl. Wer kein ausgeprägtes Sprachempfinden … der vergegenwärtige sich den eigentlichen oder ur…lichen Sinn des gewählten Wortbildes. Im übrigen …er nur zähe Selbsterziehung, bewußte aufmerksame … und Übung, nötigenfalls unter Anleitung, und Stu…er Grammatik, die doch selbst der Ausländer be…en lernt.

Die schlichteste Darstellung eines Gedankens ist stets die beste. Die deutsche Sprache selbst erleichtert die Kunst der einfachen Gedankenfolge, da sie gestattet, durchweg in Hauptsätzen zu sprechen und Möglichkeiten bietet, sogar ursächliche und bedingte Zusammenhänge durch Aussagesätze wiederzugeben. Mancher würde seinen Stil schon verbessern, wenn er so schriebe, wie er zu sprechen gewohnt ist. In der Umständlichkeit der Sprache wird uns leider in unseren eigenen Reihen das denkbar schlechteste Beispiel gegeben durch das — Patentwesen. In der formalrechtlich eingebürgerten Form wird jeder Patentanspruch zu einem Ungetüm. Alle Aussagen, die den Erfindungsgegenstand lückenlos beschreiben sollen, sind in einem Nebensatz untergebracht. Die sinnverwirrenden Verschachtelungen, die sich daraus ergeben, sind äußerlich schon „dadurch gekennzeichnet, daß" abwechselnd Präposition und Artikel einander folgen, bisweilen drei und vier Paare.

Sachlichkeit soll oberster Grundsatz für jede Äußerung des Ingenieurs sein, auch für die Reklame. In der deutschen technischen Reklame wirkt vorwiegend die Überzeugungskraft der Tatsache. Im Geschäftsbrief wird man eine sachliche Schilderung finden, wenn man sich ständig die Frage vorlegt: Was will ich sagen? Man vermeide jede Übertreibung, die äußerlich meist schon an Pleonasmen kenntlich ist und sich dadurch selbst entlarvt. Übertreibung ist die Waffe des Schwachen, von dem Walther Rathenau in seinen „Reflexionen" sagt: „Er wird schwatzhaft, eindringlich und aufdringlich. Er ist der Erfinder der Superlative und Hyperbeln. Denn nach Sklavenart ist er gewohnt und einverstanden, daß ihm ungern und nur zur Hälfte geglaubt wird." Unserm durch Schlagworte ermüdeten Ohr klingt der Positiv stärker als der Superlativ.

Ob eine Äußerung zweckmäßig ist, wird man stets feststellen können, wenn man sich fragt, was der Zuhörer oder der Leser erfahren will oder wissen muß, um den behandelten Gegenstand richtig beurteilen zu können.

Die Lebendigkeit des Ausdrucks gibt der Sprache ihre Färbung. Nichts wirkt so ermüdend wie das Aneinanderreihen von Einzelheiten einer Beschreibung, aus der man das krampfhafte Suchen nach Abwechslung des Ausdrucks und nach neuen Worten von gleicher Bedeutung herausfühlt. Durch lebendige Schilderungen wird der Roman spannend, fesseln Reiseberichte und Naturbeschreibungen. Sie sind die große Kunst des Epikers, wie sie in dem meisterhaften Aufbau der homerischen Bilder ihre Vollendung finden. Das Prinzip läßt sich leicht auch auf trockene technische Ausführungen anwenden. Man beschreibe den Vorgang, nicht den Zustand, schildere nicht, wie die Maschine aussieht, sondern wie und nach welchen Gesichtspunkten sie gebaut wurde und wie sie wirkt. Zahlenangaben und Aufzählungen gehören in Zeichnungen und übersichtliche, allgemein verständliche Tafeln.

Um eine Schilderung lebendig zu gestalten, gibt es ein einfaches Mittel, und zwar dient dies gleichzeitig der Flüssigkeit des Stiles, die der Sprache Wohlklang verleiht. Das Geheimnis besteht darin, Vorgänge nicht durch Hauptwörter, sondern durch Tätigkeitswörter auszudrücken. In allen alternden Sprachen zeigt sich die Neigung, die Tätigkeitswörter verschwinden zu lassen und durch Hauptwörter in Verbindung mit Hilfszeitwörtern zu ersetzen. Das Englische und das Französische sind hierin schon weit vorgeschritten. Eine gleichgerichtete Entwicklung ist auch im Deutschen zu erkennen. Der Primitive handelt und spricht vom Handeln. Abstraktes Denken schafft neue Begriffe, die in der Regel zunächst durch ein Hauptwort gedeckt werden. Dementsprechend beobachtet man die Häufung der Hauptwörter am meisten in der Sprache der Fachwissenschaften. Von dort aus pflegt diese Alterserscheinung zusammen mit den Begriffen in den Wortschatz der übrigen Lebensgebiete einzudringen. Leider! Denn die Sprache wird dadurch holperig, klingt schwerfällig und wirkt ermüdend. Ähnlich wie aneinandergereihte und verschachtelte Hauptwörter können Eigenschaftswörter wirken, wenn sie falsch angewandt werden.

Einige dieser Sünden gegen den Geist unserer Sprache, die gerade im technischen Schriftverkehr häufig vorkommen, sollen einmal gesondert unter die Lupe genommen werden.

Beim Gebrauch von farblosen Hilfszeitwörtern häufen sich in der Regel die Hauptwörter auf „ung". Einige Beispiele, wie sie täglich zu lesen sind, sollen das erläutern: „Die Speisewasservorwärmung geschieht; die Verfrachtung des Materials muß erfolgen; die Ausbildung" oder noch schlimmer „die ‚Auslegung' erfolgt; die Maschinen haben

eine Entwicklung erfahren; die Arbeiten erfahren eine Hinausschiebung“. Kürzlich schrieb sogar eine bedeutende Zeitung den in dieser Form fast sinnstörenden Satz: „Eine beträchtliche Herabsetzung der Truppen ist vorgenommen worden.“ In den vorstehenden Fällen muß es heißen: „Das Speisewasser wird vorgewärmt; das Material ist zu verladen; die Maschinen sind ausgebildet“ oder „entwickelt worden; die Arbeiten müssen hinausgeschoben werden“.

Wenn möglich, sollten die Sätze nicht passiv, sondern aktiv konstruiert werden: „Verladen Sie das Material bitte in Sonderwagen; wir müssen die Arbeiten hinausschieben, wenn . . . usw.“ Nicht gerade falsch, aber unschön sind die Ausdrücke „in Fabrikation nehmen“ statt „bauen“, „zum Versand gelangen, auf den Weg bringen“.

In dem Satz „die Entstehung des Tones wird hervorgerufen“ ist der oben besprochene Fehler mit dem schlimmsten Pleonasmus verbunden. Eine unzulässige Häufung, ein typisches Hendiadyoin, findet sich vielfach in Sätzen, die Wortverbindungen mit der Silbe „bar“ enthalten. „Um die praktische Benutzbarkeit des Buches zu erleichtern; die Verwendbarkeit der Maschine ist möglich“. Die Silbe „bar“ bezeichnet ja schon eine Fähigkeit oder Möglichkeit. Statt „Reservevorrat“ zu sagen, wird man in den meisten Fällen nicht weniger deutlich sein, wenn man entweder nur „Reserve“ oder nur „Vorrat“ sagt.

Richtig gesetzte treffende Eigenschaftswörter beleben die Sprache, können ihr mannigfache Farbtöne und bei kunstvoller Anwendung schillernde Pracht verleihen. Farblose und blasse Adjektiva wirken gerade gegenteilig. „Das erforderliche Material“ ist eine übertriebene Genauigkeit. Das Adjektiv kann fortfallen, ohne daß der Sinn gestört wird. Selbst wenn eine nähere Bestimmung hinzutritt, ist immer noch die Konstruktion ohne Adjektiv vorzuziehen. Statt „das für den Bau erforderliche Steinmaterial“ sagt man besser „die Steine für den Bau“. Daß zu einem Bau Steine erforderlich sind, ist so selbstverständlich, daß es nicht eigens betont zu werden braucht. Unschön, aber leider sehr gebräuchlich ist es, Adverbien als Adjektiva zu behandeln. „Der etwaige Bedarf; die eventuelle Anfrage; der teilweise Betrieb; die zeitgemäße Organisation“. Meist wird der Sinn nicht gestört, wenn das falsche Wort ganz fortfällt. Läßt sich der gleiche Sinn nicht durch den unbestimmten Artikel hervorrufen, so dürfte ein Bedingungssatz mit „wenn“ oder „falls“ jeden Zweifel über die Bedeutung ausschließen. Das Wort „teilweise“ und auch „stufenweise“ muß in einem ganzen Satz verarbeitet oder durch ein Zeitwort ergänzt werden. Die unrichtige Steigerung zusammengesetzter Adjektiva und Partizipien wie „bestmöglichste“ statt „bestmögliche“ und „weitgehender“ statt „weitergehend“ wird vielleicht noch auszurotten sein. Mit aller Schärfe ist die scheußliche willkürliche Substantivierung von Adjektiven auszumerzen, an der manche mit bewundernswerter Zähigkeit festhalten. „Mit Gegenwärtigem gestatten wir uns.“ Zu welch lächerlicher Form diese Gewohnheit führen kann, zeigt folgendes Beispiel: „Soeben erreichte uns Ihr Geehrtes vom 12 c. t. und nachdem wir auf unser Geehrtes vom 5 c. t. Ihre freundliche Rückäußerung entbehren . . .“.

Häßlich sind Wortbildungen wie „expreßpostlich“. Warum nicht „durch Eilpost“? Unbedingt falsch sind Wortbildungen, die dem Sinn der Sprache widerstreben. „Ein genauer Beschrieb der Anlage folgt.“ Wenn der Briefschreiber, der von der „Vergabe des Auftrages“ spricht, den Gleichklang mit dem Wort „Vergebung“ im Sinne von Verzeihung fürchtet, kann er schreiben „der Auftrag wird vergeben“. Es gibt in Deutschland Hauptwörter, die keinen Plural bilden. Sie bezeichnen meist abstrakte Begriffe. „Der Kraftverbrauch der Maschine“ heißt in der Mehrzahl „der Kraftverbrauch der Maschinen“. Will man sich ganz deutlich ausdrücken, dann schreibe man „der Kraftverbrauch der einzelnen Maschinen“ oder „der gesamte Kraftverbrauch der Maschinen“ oder „alle Maschinen zusammen verbrauchen so und so viel Kilowatt“.

Das Streben, einen möglichst knappen Ausdruck zu finden, führt in Anlehnung an das Englische oft zu vollkommen schiefen Bildern. „Senden Sie uns bitte die dorthabende Maschine, die in Auftrag habende Lieferung, den ausmachenden Betrag.“ Nicht die Maschine oder die Lieferung hat etwas, sondern der Empfänger des Briefes hat die Maschine oder hat die Lieferung in Auftrag und die Rechnung macht den und den Betrag aus.

Mangelndes Sprachgefühl verrät die Verwechslung von anscheinend und scheinbar, bedauernswert und bedauerlich, wöchentlich und wöchig. Anscheinend heißt: Es sieht so aus und wird auch wohl so sein. Scheinbar heißt: es sieht zwar so aus, ist in Wirklichkeit aber bestimmt nicht so. Bedauernswert ist ein Unglücklicher, der unser Mitleid erregt, bedauerlich ein Irrtum oder ein Fehler, den [man] begangen hat. Eine Meldung ist wöchentlich, d. [h. jede] Woche zu erstatten. Aber „der dreiwöchige Pro[bebetrieb] ist vorüber“ heißt: Der Probebetrieb hat ununte[rbrochen] drei Wochen lang gedauert.

Wenn man die Wörtchen „oder aber“ hinter[einander] setzt, dann schlägt der Sinn des einen die Wirk[ung des] anderen tot. Das „aber“ ist überflüssig. Das schw[erfällige] „beziehungsweise“, ein Erbstück aus dem vorvä[terlichen] Kanzleistil, kann meistens durch „oder“, manchm[al durch] „und“ ersetzt werden. Je einfacher man zu schreibe[n weiß,] desto kräftiger wirkt der Sinn des schlichten Wo[rtes].

Im allgemeinen verwenden wir viel zu viel [Passiv-]konstruktionen. Diese Ausdrucksweise entsprin[gt dem] Wunsche, das persönliche Urteil zurücktreten zu [lassen.] Die Scheu vor der eigenen Meinung ist so groß, daß [mancher] Redner von sich selbst in der dritten Person s[pricht:] „Der Vortragende ist der Ansicht . . .“ Ganz für[chterlich] sind Passivkonstruktionen intransitiver Verben. „El[...] Betrachtung der Eigenschaften dieses Materials ein[...] werden kann . . .“ oder noch schlimmer „ehe s[...] gefunden wird“. Schon die deutschen Bezeichnunger[...] keitsform und Leideform, deuten darauf hin, daß m[an Schil-]derungen, die aktiv, das heißt doch lebhaft sein soll[en, auch] aktiv abfassen soll. Findet sich wirklich kein ande[res Sub-]jekt für den Satz, so springen die Wörtchen „w[ir“ und] „man“ in die Bresche. Aktivkonstruktionen mac[hen die] Sprache flüssig.

Eine Satzform, die gottlob immer seltener vo[rkommt,] ist die Inversion nach und. Sie besteht darin, daß i[n einem] Satz, der mit „und“ an den vorhergehenden anges[chlossen] ist und ein anderes Subjekt hat als dieser, das [Zeitwort] vor das Subjekt tritt. „Die Ware ist geliefert und [erlauben] wir uns, Ihnen unsere Rechnung zu überreichen.“ Di[e Inver-]sion fällt ins Wasser, wenn man die beiden Sätze[, die] keinen Satzteil gemeinsam haben, in zwei Hauptsä[tze zer-]legt. Im Sinn ändert die Trennung nichts. Die I[nversion] ist ein Beispiel für den Wandel der Sprache [und des] Sprachempfindens. In Goethes Prosa findet sie si[ch noch] häufig. Unserm Sprachgefühl ist sie fremd gewo[rden].

Es sei zugegeben, daß der Inhalt der technisc[hen Ar-]beit oft schwer darzustellen ist. Eines kann und m[uß man] aber von jedem einzigen verlangen: die Fähigkei[t, seine] Gedanken klar und in richtigem Deutsch auszu[drücken.] Vor allem sollte man sich von dem beschränkten, ste[rilen] Wortschatz der Fachsprache freimachen. Wer Lück[en aus-]füllen will, die eigentlich schon die Schule hätte s[chließen] sollen, der nehme wieder einmal die deutsche Gra[mmatik] zur Hand; wer in Zweifelsfällen einen klaren [Rat] hören will, was richtig oder erlaubt ist und was ni[cht, der] lese bisweilen ein Kapitel aus dem vortrefflichen [Buch] von Wustmann „Allerhand Sprachdummheiten“ oder [aus den] Büchern Engels: Deutsche Stilkunst u. a. Gerade [weil die] Sachen, mit denen wir Ingenieure zu tun haben, [infolge] ihrer starren Begriffe spröde und sprachlich sch[wer zu] formen sind, sollten wir die Sprache im technischen [Schrift-]tum und Geschäftsverkehr mehr pflegen, damit sic[h nicht] eine Fachsprache heranbildet, die der Außenstehend[e nicht] mehr versteht. [N 857]

Berlin-Lichterfelde Dr. Dr.-Ing. P. K[...]

Eisenbahnwesen

Versuche mit neuen Dampflokomot[iven]

Aus einem Bericht über die Erweiterung de[s nutz-]baren Druckgefälles bei Dampflokomotiven von W[agner] und Witte im Sonderheft zum 50jährigen Besteh[en der] Zeitschrift „Glasers Annalen“ entnehmen wir f[olgende] Schilderungen über den Stand der Versuche der De[utschen] Reichsbahn auf diesem Gebiete:

Die Kruppsche Turbinenlokomotive[1]), die 1924 [auf der] Eisenbahnausstellung in Seddin vorgeführt worden [war, ist] inzwischen gründlich umgebaut worden, wobei der [Luft-]vorwärmer in die Rauchkammer verlegt und der [Lang-]kessel um 0,2 m verkürzt wurde. Auch den Kühlten[der hat] man verbessert, um das Mitreißen von Wasser dur[ch den] Luftstrom zu verhindern. In den letzten Monaten [sind] die ersten eingehenden Versuche mit der Lokomotiv[e durch-]gefunden, die zwar ihre Betriebsbrauchbarkeit und [die Er-]reichbarkeit der zugesicherten Wirkungsgrade (20 [vH in] der Ebene, 18 vH auf Steigungen von 10 vT) be[wiesen] haben, aber für einige Zeit abgebrochen werden m[ußten,] da es sich u. a. als notwendig erwiesen hat, die Dü[sen ...]

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 938.

·bine zu verkleinern. Das Lokomotiv-Versuchsamt
er, voraussichtlich im Laufe dieses Jahres zu
schließenden zahlenmäßigen Urteil über die Loko-
u gelangen.

Fa. Fried. Krupp A.-G. hat inzwischen der Deutschen
hn den Entwurf einer Hochdruck-Turbolokomotive
t, deren Kessel für 60 at der Steilrohrbauart der
roft-Schulz-Kessel nachgebildet ist und mit dem
t der Hauptturbinen gespeist wird. Der Kessel
Trommeln, von denen die beiden unteren als reine
ammern seitlich über den Rädern liegen. Eine
leinere Trommel bildet einen Trockner für den in
rohren erzeugten und in den beiden oberen Trom-
sammelten Dampf. Ein aus Teilen dieses Kessels
ngestellter kleiner Kessel hat bei Versuchen zufrie-
nd gearbeitet. Die Turbinenanlage soll eine Hoch-
fe nach der Bauart von Escher, Wyss & Cie. und
derdruckstufen umfassen.

r die Turbolokomotive von Maffei[2]) wird mitgeteilt,
ckenfahrten stattgefunden haben, denen weitere
folgen sollen. Dagegen sind die Versuche mit der
Angaben der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft
ten dreizylindrigen 2 C - Schnellzuglokomotive[3]),
einer der letzten Fahrten in der Ebene mit 772 t
Zug eine mittlere Nutzleistung von 1350 PS am
ergeben haben, anscheinend schon weiter ge-
Die zugesicherte Brennstoffersparnis von 20 vH
ach geringfügigen Änderungen sogar überschritten
wobei man den bisherigen Betrieb mit Auspuff oder
Wasserkreislauf beibehalten kann. Für die Ven-
Wasserstandzeiger hat die Schmidtsche Heiß-
esellschaft eigne Bauarten entwickelt, die sich gut
haben; auch eine einfache Kammerstopfbüchse mit
ßeisernen Dichtungsringen hat sich am Hoch-
inder als zuverlässig erwiesen.

Hochdrucklokomotive nach dem Verfahren von
die in Zusammenarbeit mit der Reichsbahn bei den
kopff-Werken entwickelt wird, und eine nach dem
erfahren arbeitende Hochdrucklokomotive, deren
die Lokomotivfabrik J. A. Maffei der Reichsbahn
itet hat, vervollständigen diese Übersicht der nach
Verfahren arbeitenden Dampflokomotiven, die alle
eln der Deutschen Reichsbahn ausgeführt werden.
] H.

Bd. 70 (1926) S. 1565. [3]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1206.

Gesundheits-
genieurwesen

aftwagen zur Abfuhr
auche und Dünger

Entleeren von Dünger-
at die Firma Fried. Krupp
Essen, einen Lastkraft-
nit Kreiselluftpumpe her-
cht, Abb. 1 bis 4. Der
ißte Kessel a von zylin-
Form und 5 m³ Inhalt ist
n Lagerbock schräg nach
geneigt, damit er auch
uck entleert werden und
lt restlos abfließen kann.
hlblech des Mantels ist
as der gewölbten Böden
k. Der hintere Boden b
24 Gelenkschrauben am
efestigt; an ihm befinden
i Schaugläser, die über
d der Füllung Auskunft
Ein weiteres Schauglas
vorderen Boden ange-
Das Kesselinnere wird
vei eingenietete Schwall-
ie den Kessel beim Leer-
ersteifen und die Schwall
des Inhaltes während
rt abschwächen, in drei
n geteilt.

r der vorderen Kammer
sich ein Dom c mit An-
tzen für das Saug- und
hr d. Die Anordnung der
ngen auf dem Wagen
bb. 2 bis 4. Die verschie-
ugrohre mit einem Drei-
e und einem Vierweg-

Abb. 1. Lastkraftwagen zur Abfuhr von menschlichen und tierischen Abfallstoffen, Bauart Krupp

hahn f sowie die wassergekühlte Luftpumpe g sind auf dem Fahrgestell unter dem Kessel gelagert.

Mittels des Vierweghahnes f wird jeweils die Verbindung zwischen Kessel und Luftpumpe auf den Saugstutzen oder den Druckstutzen der Luftpumpe eingestellt. Über den Dreiweghahn kann man einen fremden Kessel füllen durch Verbindung der Saugleitung des fremden Kessels mit der Rohrleitung des eignen Wagens.

Die Kreiselluftpumpe ist über ein an das Wechselgetriebe angebautes besonderes Getriebe für zwei Geschwindigkeiten mit dem Motor von 50 bis 55 PS verbunden. Bei voller Geschwindigkeit des Motors läuft die Pumpe mit 1000 Uml./min um. Wenn sie schneller, bis zu 1450 Uml./min, laufen soll, muß vor der Einschaltung der großen Übersetzung die Geschwindigkeit des Motors vermindert werden, da bereits bei 700 Uml./min des Motors die zulässige Höchstgeschwindigkeit der Pumpe erreicht ist.

Da keine Flüssigkeit in die Luftpumpe gelangen darf, muß diese sofort ausgeschaltet werden, wenn der Kessel gefüllt ist. Um den Bedienungsmann aufmerksam zu machen, hat man im Dom einen Schwimmer eingebaut, der bei vollem Kessel die elektrische Leitung zum Bosch-Horn schließt und dies dadurch zum Tönen bringt. Ein Sicherheitsventil im Dom schließt außerdem die Saugleitung selbsttätig ab. Falls dieses Ventil nicht dicht schließt, wird die unter Umständen übertretende Flüssigkeit in den Sicherheitstopf h gezogen, wo sich ein zweites selbsttätig wirkendes Absperrventil befindet.

a Geschweißter Kessel
b hinterer Kesselboden
c Dom
d Saug- und Druckrohr
e Dreiweghahn
f Vierweghahn
g Saug- und Druckluftpumpe
h Sicherheitstopf
i Anschlußflansch für Zu- und Abfluß der Abfallstoffe
k Einfülltrichter für Kühlwasser

Abb. 2 bis 4
Anordnung der Rohrleitungen auf dem Jauche- und Düngerwagen, Bauart Krupp

Sollte sich während der Arbeit die Saugleitung verstopfen, kann sie durch einen einfachen Handgriff auf Druck umgestellt werden, wodurch die Störung beseitigt wird. Der Zu- und Abflußschieber für die Abfallstoffe ist auf den Anschlußflansch des hinteren Bodens befestigt, *i* in Abb. 2. Das Füllen des Kessels dauert 3 bis 5 min. Man kann den Wagen auch zum Trockenlegen überschwemmter Keller usw., z. B. bei Rohrbrüchen, gut benutzen.

Das Fahrgestell ist das übliche der Kruppschen 5 t-Lastkraftwagen mit Kardan- oder Kettenantrieb. Der Vierzylindermotor mit seitlichen Ventilen hat Lamellen-Wasserumlaufkühlung. Die Luftpumpe stammt von der Demag, A.-G., Duisburg. [M 646]

Berlin Seidel

Erdbau

Nachträgliche Pfahlgründung eines abgesackten Turbinenfundamentes

Im den Jahren 1919/20 brachten die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke, A.-G., Berlin, in ihrem Kraftwerk Moabit II eine neue Dampfturbine, Bauart Escher-Wyss, mit 1500 Uml./min in Verbindung mit einem SSW-Stromerzeuger von 20 000 kW zur Aufstellung. Die Bauarbeiten hierfür, die in der Hauptsache in der Ausführung einer normalen Eisenbetongründung bestanden, lagen in den Händen der Firma Wayß & Freytag A.-G., Berlin.

Da man im benachbarten Kraftwerk Moabit I bereits schlechte Erfahrungen bei der Anlage von Turbinenfundamenten gemacht hatte[1]), wurden bei der Gründu 20 000 kW-Turbine besondere Vorsichtsmaßregeln ge u. a. die Umschließung der Baugrube mittels einer eisernen Spundwand.

Die Anwendung von Rammpfählen oder von zu meiden von Erschütterungen öfters angewandten ei Bohrpfählen war in Erwägung gezogen worden; beitsweise bei der Herstellung solcher Pfähle in n Nähe laufender Maschinen und wichtiger, schwerbe Gebäudeteile schien aber ihre Anwendung zu verbie

Aus Abb. 5 bis 7 ist die ursprüngliche Ausbildu Gründung ersichtlich. Die größte Bodenpressung un 2,10 m dicken Eisenbeton-Grundplatte betrug etwa 1 und war wesentlich geringer als unter dem etwa 15 fernten Schornstein, sowie unter dem größten Teil mittelbar neben der Turbine errichteten Gebäudegrün

Einige Zeit nach Inbetriebnahme der Turbine sich jedoch trotz der geringen Bodenbeanspruchung aus dem bekannten Berliner Sandboden bestehenden, guten Baugrundes ungleichmäßige Senkungen der Gr bis zu 15 mm. Risse im Fundament sowie Unregel keiten im Gange der Turbine konnten nicht festgeste den. Die Hoffnung, daß die Senkungen von selbst a würden, sobald der Boden unter der Grundplatte ge zusammengedrückt wäre, erfüllte sich nicht. Die S gen schritten immer weiter fort, so daß Sicherun nahmen erforderlich wurden.

[1]) Z. Bd. 63 (1919) S. 969.

Ursprünglicher Zustand
Unterfahrung und Verbreiterung durch Stampfbeton
Verstärkung mit Pfählen

Abb. 5

Abb. 6

Abb. 5 bis **7**
Gründung für eine Dampfturbine von 26000
bei 1500 Uml./min

Abb. 7

Abb. 8
Bewehrung der neueingezogenen Längsträger

Abb. 9
Ansicht der eingetretenen Senkungen

ί der Suche nach den Ursachen der Schäden glaubte e ungewöhnlichen Senkungen der Grundplatte in dem als tragfähig angesprochenen Baugrund auf Schwin-scheinungen im Turbinenfundament zurückführen zu Bei der Ausführung der Grundplatte konnte eine gungsberechnung noch nicht vorgenommen werden, als die grundlegenden Untersuchungen für eine der-Berechnung noch nicht vorlagen. Die nachträgliche ihrung einer solchen ergab jedoch, daß der gefähr-ustand der Resonanz zwischen Eigenschwingungen undplatte und Umlaufzahl der Turbine nicht vor-ist.

die Sohle des Fundamentes im wechselnden Grund-piegel lag, wurde von Sachverständigen eine hrung des ganzen Fundamentes mit einer 2 m dicken etonplatte bis in eine Tiefe, die ständig unter Grund-lag, vorgeschlagen und mit größter Vorsicht aus-, Abb. 5 bis 8.

neue Platte sollte gleichzeitig durch ihre größere äche weitere Bodenschichten zur Aufnahme der heranziehen und durch Vergrößerung der Gesamt-der Gründung die Einwirkung der unvermeidlichen gungen der Maschine vermindern. Diese Maßnahme sich jedoch als erfolglos. Die Senkungen schritten fort und nahmen schließlich einen solchen Umfang an einer Ecke der Grundplatte eine Senkung von estgestellt wurde. Die daneben liegende Ecke war m, die andern Eckpunkte um 2 und 5 cm abgesackt. zeigt ein Bild dieser Senkungen.

zt vorgenommene neue Probebohrungen unmittelbar der Grundplatte, die sich bis auf eine Tiefe von ıter Kellersohle erstreckten, zeigten durchweg guten nd.

se auffallenden und außergewöhnlichen Senkungen auf Grund des Baugrundbefundes während der hrungsarbeiten und daran geknüpfter theoretischer ıngen, die näher auszuführen hier zu weit führen auf dynamische Einwirkungen der Grundplatte auf tergrund, hervorgerufen durch Schwingungen der zurückgeführt. Hieraus ergab sich die Notwendig-e Bodenschichten in möglichst großer Tiefe zur Auf-der dynamischen Einwirkungen heranzuziehen. Von ma Wayß & Freytag A.-G., Berlin, wurde daher den r Städtischen Elektrizitätswerken eine Abfangung nzen Gründung durch einen Pfahlrost aus Preß-ählen vorgeschlagen und auch ohne Störung des Be-der unmittelbar benachbarten Turbinen ausgeführt. e Anordnung des Pfahlrostes, die aus Abb. 5 bis 8 ennen ist, waren nachstehende Gesichtspunkte maß-

r Entwurf sah vor, die vorhandene Konstruktion der latte, die trotz der starken Schrägstellung keine Risse beizubehalten. Die Tischplatte und die Gründungs-wurden daher vollständig unversehrt gelassen und e Grundplatte zum Durchführen der Pfähle aus-nt. Mit Rücksicht auf die Lage der Bewehrungs-vurden die Pfähle in zwei Längsgruppen innerhalb ündungsstützen zusammengefaßt und die Pfähle so , daß ihr Schwerpunkt mit der Resultierenden der n Lasten zusammenfällt, so daß alle Pfähle gleich-beansprucht wurden. Zur Erhöhung der Seiten-eit wurden die Pfähle teilweise schräg angeordnet. zen wurden 98 Pfähle mit einer durchschnittlichen ng von 27 t eingetrieben.

Pfahlart wurde der Druckbetonpfahl, Bauart Wolfs-ewählt, der bei ähnlichen nachträglichen Abfangungen bereits öfters mit gutem Erfolg angewendet worden war, und der auch in diesem Fall einer besonders schwierigen Gründung Vorteile bot. Da infolge der geringen verfügbaren Höhe keine Ramme aufgestellt werden konnte, war man von vornherein auf eine Gründung mit Bohrpfählen angewiesen, die auch den Vorzug hatten, daß man sie ohne störende Erschütterungen in den Boden eintreiben konnte. Die Nähe von Gründungen des bestehenden Gebäudes und insbesondere von in Betrieb befindlichen Maschinen, sowie die sehr beschränkte Grundfläche für die Anordnung der Pfähle verlangten eine Bohrpfahlbauart größter Sicherheit und höchster Tragfähigkeit der Pfähle. Diese Bedingungen werden durch den von der Firma August Wolfsholz, Preßzementbau-A.-G., Berlin, hergestellten Druckbetonpfahl erfüllt, bei dem durch Wegdrücken des Grundwassers mittels Druckluft der Beton im Trockenen eingebracht und schichtenweise in die umgebenden Bodenschichten eingedrückt wird.

Vor Ausführung der Pfähle wurden schwalbenschwanzförmige Schlitze in der Grundplatte herausgestemmt, wobei

Druck
Hahn geschlossen
Beton
Hahn offen
Druck
Beton
Hahn offen
Hahn geschlossen
Grundwasser
a
b
c
d
e

Abb. 10
Abteufen des Bohrrohres

a Aufgefüllter Boden
b feiner Sand mit Ton
c Schlick
d feiner Sand
e grober Kies

Abb. 11 Abb. 12 Abb. 13

Abb. 11. Eisenbewehrung eingesetzt und Rohr mit Preßeinrichtung verschlossen
Abb. 12. Einpressen des Betons unter gleichzeitigem Hochziehen des Bohrrohres
Abb. 13. Fertiger Eisenbetonpfahl
Abb. 10 bis **13.** Einbau der Pfähle

man den untersten Teil von 50 cm Höhe der Stampfbetonplatte stehen ließ, um ein Hereinquellen des feinen Sandes und damit ein Unterspülen der Gründung zu verhindern. Dieser stehengebliebene Teil wurde von jedem einzelnen Pfahl durchbohrt. Die Herstellung der Pfähle ist in Abb. 10 bis 13 dargestellt. Die Pfähle erhielten eine Eisenbewehrung aus Längseisen mit einer schraubenförmigen Umwicklung. Nach Herstellung der Pfähle wurde in die Schlitze der Grundplatte die in Abb. 9 dargestellte Längsbewehrung eingebracht, die eine gleichmäßige Verteilung der Gründungslasten auf die Pfähle gewährleistet, und hierauf die Schlitze mit Beton ausgefüllt.

Damit alle von den früheren Setzungen des Bodens herrührenden Hohlräume unter der Gründung ausgefüllt werden konnten, wurden gleichmäßig verteilt 27 Bohrlöcher durch die Grundplatte hindurchgetrieben, und Zementmörtel unter einem Druck von 10 at bis zur vollen Sättigung unter die Gründungssohle eingedrückt. Die schräge Lage der Turbinengründung konnte durch die Unterfangung natürlich nicht beseitigt werden. Durch Ausgleichbeton auf der Tischplatte und dem Fußboden des Maschinenkellers wurde wieder eine wagerechte Fläche geschaffen, auf der die Maschine aufgebaut werden konnte.

Zu Beginn des Jahres 1924 wurde die Anlage wieder in Betrieb genommen. Dabei zeigte es sich, daß die Erschütterungen an der Grundplatte selbst in annähernd gleichem Maße wie früher auftreten, jedoch haben die seit dieser Zeit gemachten Messungen keine neuen Senkungen der Grundplatte sowie der umliegenden Bauteile erkennen lassen, so daß man von einem vollen Erfolge des angewandten Verfahrens mittels Druckbetonpfähle sprechen kann.

Der vorliegende Fall, daß eine an sich einwan[dfrei ge]baute Turbinengründung infolge Senkungen im Un[tergrund] absackt, steht nicht vereinzelt da. Von der Firma [Wayss &] Freytag, A.-G., Berlin, wurden Turbinengründu[ngen in] Finkenheerd und in Trattendorf erbaut, an denen [...] Senkungserscheinungen auftraten und die auf [gleiche] Weise, wie im vorliegenden Falle, mit Preßbeto[npfählen] unterfangen wurden. In allen diesen Fällen ruhte di[e Grund]platte auf einem nach bisherigen Begriffen als gu[ten Bau]grund anzusprechenden Sand oder feinerem Kies in [Grund]wasser. Diese Erfahrungen haben zu der Erkenn[tnis ge]führt, daß Gründungen, die dauernd Erschütterungen [auf den] Untergrund übertragen, grundsätzlich auf Pfähle z[u setzen] den sind, wenn der Gründungskörper auf sandig[em oder] kiesigem Boden im Grundwasser ruht, selbst dan[n, wenn] dieser Untergrund sich bislang für ruhende Lasten a[ls guter] Baugrund bewährt hat.

Demzufolge haben die Berliner Städtischen Elek[trizitäts]werke bei einer Erweiterung des Kraftwerkes Mo[abit die] neu gebauten Turbinengründungen von vornhe[rein auf] Preßbetonpfähle gestellt und ebenso bei dem Neu[bau des] Großkraftwerks Klingenberg verlangt, daß die d[ort auf]gestellten Turbinengrundplatten eine Pfahlgründ[ung er]hielten. Der Notwendigkeit einer derartigen G[ründung] haben ebenfalls die Elektrowerke, A.-G., bei den [neuerdings] ausgeführten Erweiterungen des Kraftwerkes Zsch[ornewitz] Rechnung getragen und die dort aufgestellte 37[...] Dampfturbine mittels Preßbetonpfähle nach dem [...]holzschen Druckluftverfahren gegen den Untergrun[d abge]stützt. [M...]

Berlin Thü[...]

Kleine Mitteilungen

Das Neches-Kraftwerk

Das vor einigen Monaten in Betrieb genommene Neches-Kraftwerk, am Ufer des Neches Flusses, 3,5 km südlich von Beaumont gelegen, soll nach seinem endgültigen Ausbau 200 000 kW leisten und große Teile von Texas und Louisiana mit Kraft versorgen, darunter die Städte Beaumont und Port Arthur. Zur Zeit sind zwei Babcock & Wilcox-Kessel mit 28 at Betriebsdruck und 370° Dampftemperatur in Betrieb, ferner eine Westinghouse-Turbodynamo von 25 000 kVA Leistung, 13 200 V Spannung und 1800 Uml./min. Um die Betriebsicherheit des Kraftwerkes zu erhöhen, hat man außer Gasfeuerung auch Ölfeuerung für die Kessel vorgesehen; man plant auch den Einbau einer Kohlenstaub-Aufbereitanlage. Als Brennstoff stehen zur Verfügung Erdgas von 8300 kcal/m³ oberem Heizwert, ferner Heizöl, das unmittelbar von einer in der Nähe befindlichen Ölraffinerie geliefert wird. Die Brenner sind innerhalb weniger Minuten von Gas auf Öl und umgekehrt umzustellen. („Electrical World" 10. September 1927 S. 499)

[N 874 a] Pt.

Amerikanische Personenzuglokomotiven

Vier bei der amerikanischen Central Vermont-Bahn neu in Dienst gestellte 2 D 1-Heißdampf-Personenzuglokomotiven haben 147 t Dienstgewicht. Die Zugkraft beträgt rd. 20 000 kg bei einem Reibungsgewicht von 97,5 t und einem Reibungswert von 4,9. Der Durchmesser der Treibräder beträgt 1850 mm; die Zylinder haben 660 mm Bohrung und 710 mm Hub. Der Kesseldruck beträgt 14 at. Die Lokomotiven sind mit Coffin-Speisewasservorwärmern und Überhitzern ausgerüstet. Die Dampfzuleitung wird durch eine Walschaert-Steuerung und einen Ashcroft-Füllungsregler geregelt. Zum Umsteuern dient eine Alco-Vorrichtung. Die Kreuzköpfe sind nach Rogatchoff ausgebildet. Die Tender laufen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und haben ein Fassungsvermögen von 37,8 m³ Wasser und 14 t Brennstoff. („Railway Age" 10. September 1927 S. 478*) [N 874 b] Krs.

Kriegschiffbau in England

Mitte September ist der Kreuzer „London" vom Stapel gelaufen, eines der neun Schiffe der „Kent"-Klasse. Das Schiff hat hohen Freibord, geringen Sprung vorn und wenig ausfallende Spanten. Eine Rückkehr zur früheren Bauart kennzeichnet jedoch die Ausführung als Glattdeckschiff mit zwei leichten Masten ohne Kommandostände usw., die hier im Brückenaufbau untergebracht sind.

Der Kreuzer ist rd. 180 m lang und hat 10 000 t Verdrängung. Parsons-Getriebeturbinen treiben die vier Schrauben an; die Yarrow-Kessel haben nur Ölfeuerung. Bei 90 000 PS_e hofft man, 31,5 bis 32 Kn Geschwindigkeit zu erreichen.

Die Bewaffnung umfaßt acht 20 cm-Geschütze u[nd ...]zig kleinere Kanonen, vier 10 cm-Flugzeug-Abwehrg[eschütze] und acht Torpedorohre. Der Seitenpanzer fehlt. [...] ist ein bogenförmiges 10 cm dickes Panzerschutzd[eck ...] gepanzerten Munitionsaufzugschächten vorgesehe[n. Die] jährlichen Instandhaltungskosten werden auf 4,8 [...] geschätzt. („Engineering" 23. September 1927 S. [...])

[N 874 d]

Neue Hochbrücken über den Missis[sippi]

Zwischen den Staaten Missouri und Illinois sol[len zu]nächst fünf Straßenbrücken in Eisenkonstruktion [über den] Mississippi fertiggestellt werden. Die größte [dieser] Brücken, die Chain of Rocks-Brücke, wird rd. 164[0 m lang] sein und zwei Öffnungen von je 212 m, fünf vo[n ...,] zwei von 91 m und sieben von 61 m Weite haben. D[er Fahr]damm auf der Brücke wird 6,1 m breit sein. Die B[aukosten] sollen 2,3 Mill. $ betragen.

Die 465 m lange Alton-Brücke, die sieben Öf[fnungen] hat, ist bereits im Bau. Sie wird mit der eben[falls im] Bau befindlichen Bellfontaine-Brücke über den [...] durch eine 6,4 km lange Kraftwagenstraße von 6 [m ...] verbunden werden und damit die kürzeste Ver[bindung] zwischen Alton und St. Louis sein. Beide Brücken [werden] insgesamt 2,65 Mill. $ kosten.

Am weitesten fortgeschritten ist der Bau der Lo[...] Brücke. Sie wird 1350 m lang sein; die Strombrüc[ke wird] vier Öffnungen von je 99 m Weite haben. Der 6 [m breite] Fahrdamm wird asphaltiert werden. Ebenfalls im [Bau ist] die Brücke bei Kap Girardeau von rd. 1000 m Läng[e, wäh]rend von einer neuen Brücke bei Cairo erst der [Entwurf] vorliegt. („Engineering News-Record" 15. Septemb[er 1927] S. 431) [N 874 e]

Hängebrücke über den Hudson

In den Vereinigten Staaten ist der Bau der ers[ten New] Yorker Hudsonbrücke in Angriff genommen word[en. Sie] führt von Fort Lee nach Fort Washington im Sta[ate New] Jersey. Die Hauptspannweite zwischen den beide[n Strom]pfeilern wird mit 1067 m die bisher größte [Spann]weite von Hängebrücken um das Doppelte übertref[fen. Sie] wird zwei übereinanderliegende Fahrbahnen von je [...] Breite haben. Acht Reihen Kraftwagen werden zu [gleicher] Zeit die obere Fahrbahn benutzen können; die unte[re Fahr]bahn bleibt dem Schnellbahnverkehr vorbehalten. Di[e ...] Strompfeiler sind rd. 200 m hoch; die Entfernu[ng vom] Wasserspiegel bis zur Unterkante der Brücke bet[rägt] 60 m, so daß die größten Dampfer hindurchfahren [können]. Die Kosten sind auf 75 Mill. $ veranschlagt. Der [Bau soll] 1932 beendigt sein. [N 874 f]

[1]) Demnächst erscheint ein ausführlicher Aufsatz über die[...]

lektrische Küchen in Amerika

Chikago sind in dem kürzlich fertiggestellten Seneca nt hotel, dem größten der Stadt, die Küchen der zelwohnungen mit elektrischen Herden für 6000 W stet worden; jeder Herd hat drei obere Kochstellen ei geschlossene Brat- oder Backöfen. Auch elek- Kühlschränke sind eingebaut. Im Gegensatz zu Gebäuden mit Kleinwohnungen, wo der Strom- oder s in der Miete enthalten ist, hat im Seneca apart- otel jede Einzelwohnung ihren eigenen Zähler. Der uß, elektrische Küchenherde einzubauen, erscheint bemerkenswerter, als zwei andre Gebäude unter der Verwaltung wie das Seneca apartment hotel Koch- ungen mit Gasheizung haben. Die gesamte elek- Anlage in dem neuen Gebäude erfordert 2000 kW g. („Electrical World" 10. September 1927 S. 520) 4 h] Pa.

schaftliche Verlegung von Hoch- ungsleitungen in den Vereinigten Staaten von Amerika

der Herstellung der rd. 165 km langen Dreh- tung für 220 kV zwischen Sacramento und Cal., die die Netze der Great Western Power Co. San Joaquin Light and Power Corp. verbindet, wo irgend möglich, mechanische Hilfsmittel an- t, um Arbeitslöhne zu sparen. Nach der ersten gung der Strecke wurden Luftbildaufnahmen von dem Gelände gemacht, nach denen man die Einzelheiten festlegte. Die Eisenteile der Tragmaste wurden in Bündeln zu rd. 270 bis 360 kg versandt und mit einem fahrbaren Fordson-Kran auf die Lastkraftwagen übergeladen. Zum Bohren der Erdlöcher für die Mastgründungen dienten Erdbohrmaschinen mit gezähnten Erdbohrern von rd. 1 m Dmr. Das Bohren eines Loches von 2,75 m Tiefe dauerte 20 min; gegenüber Handarbeit wurden bei Maschinenbenutzung rd. 50 ℳ für jedes Loch erspart. Der genaue Abstand der vier Löcher für die Mastfüße wurde mit zerlegbaren Lehren aus leichtem Eisenfachwerk abgesteckt. Da die Masten 30 m hoch waren und 7,35 m Abstand zwischen den vier Füßen hatten, war es nicht zweckmäßig, sie am Boden zusammenzubauen und dann aufzurichten; sie wurden deshalb entweder Stück für Stück aufgebaut, oder es wurden einzelne Felder am Boden zusammengebaut und dann aufgerichtet. Zwischen beiden Verfahren war kein wesentlicher Unterschied der Kosten. Zur Verlegung der Leitungen wurden drei Haspeln auf je einem zweiräderigen Karren hintereinandergehängt und von einem Raupenschlepper gezogen; die Leitungsstränge von rd. 3,2 km Einzellänge wurden in dem ebenen Gelände am Boden ausgelegt und dann über Seilrollen aus Aluminium, die auf kegeligen Rollenlagern liefen, hochgezogen und an den 14gliederigen Kettenisolatoren befestigt. Die Kosten der Dreiphasenleitung mit rd 400 mm² Aluminium und den Leitungsmasten, die für eine zweite Dreiphasenleitung vorgesehen sind, betrugen (einschließlich eines Wegerechtes für 25 m) rd. 40 000 ℳ/km. („Electrical World" 10. September 1927 S. 505) [N 874 g] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

ufende Ölmaschinen. Von Dr. Otto Kehrer. nen und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 111 S. m. bb. Preis 12 ℳ.

aß zu der vorliegenden Arbeit bot die eingehende chung eines Glühkopfmotors von H. Lanz, Mann- Im ersten Teil werden die Versuchsergebnisse dieser e bei üblicher Betriebsweise bekanntgegeben, die Auswirkung auf die Konstruktion der Halbdiesel- e sehr wertvolle Richtlinien schaffen. Bemerkens- t auch die Auswertung der Messungen über Durch- d Verdampfkühlung, die bei den Versuchen angewandt Über die Grenzen der für die Praxis bestimmten e hinaus wird der Einfluß der Drehzahländerung Arbeitsweise des gleichen Motors untersucht. Der r steuert hiermit auf den zweiten Teil seiner Arbeit Vergleich der Glühkopfmaschine mit der schnell- n kompressorlosen Dieselmaschine und der Ver- aschine. Hierbei benutzt er eine neuartige Dar- , die — mit dem Drehmoment als Parameter — den alen Zusammenhang zwischen Brennstoffverbrauch, g und Drehzahl besonders klar veranschaulicht.

Abhandlung wird vervollkommnet durch verglei- Einbeziehung ähnlicher Motoren in- und auslän- Ursprungs. Sie wird deshalb allen, die schaffend schend auf dem Gebiete der raschlaufenden Schwer- ine tätig sind, wertvolle Hinweise und Anregungen können. [E 656] Dipl.-Ing. A. Leitner

che Hydrodynamik. Von Franz Prašil. 2. neu- . Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 303 S. m. Abb. Preis 24 ℳ.

Buch behandelt hauptsächlich Aufgaben, wie sie eim Bau von Wasserturbinen, Kreiselpumpen, Was- werken auftreten. Es ist in erster Linie für aka- gebildete Ingenieure geschrieben; daher werden lche mathematische und graphische Verfahren be- , die der sonstigen Vorbildung dieses Leserkreises chen. Das Buch ist nicht gerade leicht zu lesen. in scheint der Erfolg der 1. Auflage zu daß der Verfasser auf Grund seiner lang- Lehrerfahrung doch einigermaßen den rich- Ton in seiner Darstellung gefunden hat. Be- eingehend beschäftigt sich der Verfasser mit Ver- zur graphischen Konstruktion von Strömungsnetzen, etwa als eine Erweiterung der Verfahren der kon- Abbildung auf dreidimensionale Vorgänge an- ann. Die konforme Abbildung selbst wird natürlich s ausführlich behandelt. Der praktische Wert sol- bbildungsverfahren, die sicher manche schwierige e der anschaulichen Denkweise des Ingenieurs ingen, steht außer Zweifel. Das Buch ist daher chlich allen, die sich gerade mit solchen Fragen , zu empfehlen. [E 792] A. Betz

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. 3. Bd., 1. Hälfte: **Physikalische, chemische und technische Thermodynamik.** Bearb. von A. Eucken. Braunschweig 1926, Friedrich Vieweg & Sohn. 1185 S. m. 575 Abb. Preis 68 ℳ.

Die vorliegende neue Auflage dieses altbewährten Lehrbuches ist bestens geeignet, den Ingenieur mit den neuesten physikalischen Forschungsergebnissen vertraut zu machen. Das Buch zeichnet sich dadurch aus, daß neben der physikalischen Thermodynamik auch deren Anwendungen auf chemische und technische Probleme ausführlich behandelt sind. Auch Vorgänge, die vielfach nicht zur Thermodynamik gezählt werden, wie die Verbrennung der Brennstoffe (hier vermisse ich die Besprechung der Ergebnisse von Tizard und Pye über den Zündverzug bei der Kompressionszündung von Brenngasen), die Gesetze der Wärmeleitung und die des Wärmeüberganges sind aufgenommen und mustergültig dargestellt. Ich kann deshalb das Werk sowohl als Lehrbuch wie als Nachschlagebuch bestens empfehlen.

Nur mit der gewählten Bezeichnungsweise kann ich mich verschiedenen Ortes nicht ganz einverstanden erklären, z. B. nicht damit, daß jede Zustandänderung, ob umkehrbar oder nicht, bei der kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet, als Adiabate bezeichnet wird. Im technischen Schrifttum wird durchgängig nur eine umkehrbare Zustandänderung ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung Adiabate genannt (siehe z. B. Zeuner, Technische Thermodynamik Bd. 1 S. 138). Eine Drosselung oder eine Expansion mit Reibung wie in der Dampfturbine sind im technischen Schrifttum keine adiabatischen Zustandänderungen. Diese Bezeichnungsweise ist auch sonst in der Physik nicht üblich (siehe z. B. M. Planck, Thermodynamik, 8. Aufl. S. 60). [E 388] Nußelt

Die Einflüsse bewegter Lasten auf Brücken und das Problem der Radreibung. Von Artur Buchwald. Wien 1926, Gewerbliche Druck- und Verlagsanstalt. 54 S. m. 7 Abb. Preis 7 ö. Sch.

Die Abhandlung stellt sich zur Aufgabe, die Bedeutung der verschiedenen Reibungsvorgänge für die Belastung von Brücken unter Heranziehung der neuen Erkenntnisse über den Aufbau der Metalle und die Abnutzungserscheinungen zu klären. Die entwickelten Vorstellungen kann der Berichterstatter jedoch nicht als einen Fortschritt auffassen. Auf einer idealglatten Fläche kann eine Arbeitsübertragung von den Rädern auf die Lauffläche im Gegensatz zu den Ausführungen des Verfassers überhaupt nicht stattfinden. Die Einführung einer „klemmenden Reibung" infolge der Wirkung von Oberflächenrauhigkeiten erscheint überflüssig, da die gleitende Reibung allein alle geforderten Eigenschaften aufweist. [E 767] G. Sachs

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O. Herzog. 2. Bd. 1. T.: **Die Spinnerei.** Von A. Lüdicke. Berlin 1927, Julius Springer. 268 S. m. 440 Abb. Preis 28 *M.*

Für den Fachmann ein anregendes Buch, das ihm Bekanntes in neuer Beleuchtung zeigt, Entfallenes wieder zur Erinnerung bringt und Neues hinzufügt. Dem Studierenden, dem Techniker und dem Kaufmann ist das Werk gewissermaßen „das Sprungbrett", von dem aus das Eindringen in die Fachzeitschriften dieses in Deutschland noch zu wenig gewürdigten Gewerbezweiges erleichtert wird. Der Verfasser kennt die Schwierigkeiten, die sich dem Leser unserer bisherigen Werke bieten, und hat versucht, diese durch möglichst elementare Darstellung geringer erscheinen zu lassen, was auch als geglückt anzusehen ist.

Angenehm berührt der Wegfall der vielen Fremdwörter, wenn sie auch nicht vollständig vermieden sind, was meines Erachtens kein Ding der Unmöglichkeit wäre. Die Gliederung des Werkes ist mit großer Überlegung durchgeführt, die Spaltung in die einzelnen Rohstoffe tritt zurück, so daß Wiederholungen erspart sind und technologisch Gleichartiges zusammengenommen werden konnte.

Das Werk empfiehlt sich selbst, es braucht nicht empfohlen zu werden. Es bildet den zweiten Band einer Gesamttechnologie der Textilfasern. Eine Übersicht über die Gliederung dieses Gesamtwerkes läßt einen Abschnitt vermissen, der, streng genommen, zwar nicht zur Technologie gehört, der aber meines Erachtens unbedingt notwendig sein wird, nämlich die „Mechanik in der Textilindustrie".

[E 791] Dr.-Ing. Heinrich Brüggemann

Thermochemische Versuchsanstalt Prof. Dr. Aufhäuser: **Brennstoffuntersuchungen 1926.** Hamburg 1927, Selbstverlag. 23. S.

Die bekannten Kohlentafeln sind in ihrer diesjährigen Ausgabe gegenüber der vorjährigen in manchen Punkten nicht unwesentlich ergänzt worden. Bei allen Kohlensorten ist jetzt auch der untere Heizwert der wasser- und aschenfreien Substanz angegeben. Ferner ist die Gliederung der Brennstoffe jetzt übersichtlicher. Neu und für die Praxis sehr wichtig ist ferner die Aufnahme von verschiedenen Braunkohlenstauben in die Tafeln. Leider vermißt man entsprechende Angaben über Steinkohlenstaub.

Sehr bemerkenswert ist der Aufsatz über die Brenngeschwindigkeit der Kohlen im Vorwort; hier sind in ganz gedrängter, klarer Form die wichtigsten Verbrennungsbedingungen zusammengestellt. Pt.

Kohle-Koks-Teer, 15. Bd.: **Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit".** Von Helmut W. Klever und Karl Mauch. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 60 S. Preis 5,20 *M.*

Über den estländischen Ölschiefer ist in den letzten Jahren eine größere Anzahl von Veröffentlichungen in der Hauptsache nach der geologischen, abbautechnischen und schweltechnischen Seite hin erschienen. Der vorliegende Band 15 der Abhandlungen zur Praxis der Gewinnung, Veredelung und Verwertung der Brennstoffe behandelt auf Grund von Laboratoriumsversuchen die Substanzumwandlungen beim Benzolaufschluß und der Urverkokung des Kukkersits und die sich daraus ergebenden Schlußfolgerungen auf die Bildung von Phenolen, Asphalt und Erdöl. Als auch für den deutschen Ölschiefer technisch wichtiges Ergebnis der Untersuchungen ist die Möglichkeit zu in dem Aufschlußbitumen, dessen Ausbeute um 25 bi höher liegt als die mittlere Teerausbeute beim gewöh Schwelen, größere Mengen eines hochwertigen asphaltes gewinnen zu können. [E 824]

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O zog. 2. Bd. 3. T.: **Wirkerei, Strickerei,** Netzen, F schinenflechten und -klöppeln, Samt, Plüsch usw. T Strickmaschinen. Berlin 1927, Julius Springer. m. 824 Abb. Preis 57 *M.*

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der E sischen Technischen Hochschule in Zürich: Disk bericht Nr. 12: **Über elektrisch und autogen ges Konstruktionen.** Zürich 1926. 46 S. m. Abb. Pr

Wärmetechnische Beratungsstelle der deutschen dustrie Frankfurt a. M.: **Glasschmelz-Wannenöfen.** furt a. M. 1927, Selbstverlag der W. B. G. 75 S. m. u. 8 Taf. Preis 3 *M.*

Die Wellen, die Schwingungen und die Naturkräf Max Möller. 2. bis 4. Teil: Die elastische Wel Elektrizität und Magnetismus als Erscheinungsfor Wellen und Schwingungen. Braunschweig 1927, & Sohn. 2. Lfg. 268 S. m. 68 Abb. Preis 5 *M.*

Merkblatt II/III der Frankfurter Gesellschaft für K turforschung. **Berechnung und Ausschaltung von schwankungen.** Karlsruhe 1927, G. Braun. 36 S 1,80 *M.*

Das Härten von Stahl und Eisen. Von Ernst M 6. Aufl. von C. E. Berck. Berlin 1927, Maetzig 123 S. m. 60 Abb. Preis 3 *M.*

Haeders Hilfsbücher für Maschinenbau. II. Bd.: **Gas und Generatoren.** Von Herm. Haeder. Wiesbad Otto Haeder. V. Aufl. 356 S. m. 800 Abb. u. Preis 13 *M.*

Über den Bau und die Bedienung von Destillier- un fizier-Apparaten für alkoholhaltige Maischen. V rald Nehbel. Berlin 1927, Maetzig & Co. 548 S. m. 250 Abb. Preis 24 *M.*

Der praktische Automobil-Mechaniker. Von Heinz F korn. Stuttgart 1927, Ernst Heinrich Moritz. 2 283 Abb. Preis 12,50 *M.*

Beihefte zum Zentralblatt für Gewerbehygiene u. U hütung. 7. Beiheft: **Arbeit und Ermüdung.** Berl Julius Springer. 91 S. m. 44 Abb. 4,80 *M.*

Stilkes Rechtsbibliothek Nr. 31: **Die Hauszinssteuer Finanzierung des Wohnungsbaues in Preußen.** Vo rich-Karl Surén und Adolf v. Heusinger. 1927, Georg Stilke. 4. Aufl. 420 S. Preis 8 *M.*

Der alten Steinmetzen Recht und Gewohnheiten. Vo Wissel. Leipzig 1927, Zentralverband der arbeiter Deutschlands. 165 S. Preis 2,50 *M.*

Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und C Ludwig Gerling. Herausgeg. von Clemens Sch Berlin 1927, Otto Eisner. 820 S. Preis 40 *M.*

Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Klein. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 1. Bd. 511 S. m. 404 Abb. u. 16 Tafeln. Preis 43 *M.*

Österreichisches Montan-Handbuch 1927. Herausg Verein der Bergwerksbesitzer Österreichs. Wien 19 lag für Fachliteratur G. m. b. H. Preis 12 *M.*

Technisches Jahrbuch für das Graphische Gewerbe Ba Bearb. von August Stecker. Wilhelmshave August Stecker & Co. 312 S. Preis 6 *M.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

1 SONNABEND, 15. OKTOBER 1927 NR. 42

Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung

Von Prof. Dr.-Ing. A. Hilpert, Berlin-Charlottenburg[1])

e hauptsächlichsten Schweißverfahren und ihre Eigentümlichkeiten — Die Gasschmelz- und die Lichtbogenschweißung an Stelle von Nieten, Flanschen und Gußstücken, sowie bei der Ausbesserung und Instandhaltung

nter Schweißen versteht man das Vereinigen von Metallen und Legierungen, die an der Verbindungsstelle in teigigen oder flüssigen Zustand versetzt Vereinigt man die Werkstücke an der Verbindungs- unter Anwendung von Druck in teigigem Zu- so spricht man von Preßschweißen. Hierzu ge- die Feuerschweißung, die Wassergasschweißung und ktrische Widerstandschweißung. Vereinigt man rkstücke an der Verbindungsstelle in flüssigem Zu- mit oder ohne Zufügung geeigneten Werkstoffes, cht man von Schmelzschweißung. Hierzu gehören ondere die Lichtbogenschweißung, bei der die e des elektrischen Lichtbogens, und die Gasschmelz- ßung, bei der die Wärme einer aus Gas und toff gebildeten Knallgasflamme nutzbar ge- wird.

n einer guten Schweißung wird verlangt, daß an rbindungsstelle ein Gefüge entsteht, das dem der bindenden Teile möglichst gleich ist[2]).

t Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden werde ich die Feuerschweißung und ebenso assergasschweißung nicht behandeln, da nfluß auf die Gestaltung längst feststeht. Ebenso ich auch nicht näher auf die Thermitschweißung n, obschon sie hohe Bedeutung erlangt hat, heute ohl ausschließlich für das allerdings sehr große chtige Gebiet der Schienenverbindungen in Frage Auch hier steht die Formgestaltung der zu ver- ßenden Enden ziemlich fest, wobei die Thermit- ßung je nach Durchführung entweder als Preß- ls Schmelzschweißung oder als Vereinigung beider endet wird. Auch bei den übrigen Schweißver- muß ich mich heute auf die Verschweißung von beschränken.

Preßschweißung

betrachte nun zunächst die Preßschweißungen, Erwärmung der zu verbindenden Stellen infolge rganges von elektrischem Strom beruhen. Man hat nächst die Verschweißung von kleineren Querschnit- n dem Stumpfschweißverfahren, während ßere, besonders auch für verwickelte Querschnitte schmelzverfahren in Frage kommt, Abb. 1 n beiden Fällen sind die zu vereinigenden Stücke nleitende Backen eingespannt; es wird Wechsel- rwendet, dessen Spannung auf wenige Volt bei hohen irken herabgesetzt wird. Beim Stumpfschweißen n sich die zu verbindenden Teile. Von der Be- sstelle ausgehend, steigert sich allmählich die bis auf Schweißhitze, in der die Stücke unter eines Wulstes zusammengestaucht werden. Die ungszone ist hierbei umfangreich. Infolgedessen ch das Eisen durch die Wärme weitergehend ßt als beim Abschmelzverfahren. Bei diesem die Stücke wiederholt nur so weit gegeneinander- bis sich ein Lichtbogen zwischen ihnen bildet, der die vorstehenden Unebenheiten der zu verschweißenden Querschnittflächen unter lebhaftem Sprühen abbrennt, bis schließlich zwischen parallelen Flächen der Lichtbogen einigermaßen ruhig steht. In diesem Augenblick werden die Stücke schlagartig unter Bildung eines perlenartigen Grates zusammengepreßt. Infolgedessen ist hier die Erwärmungszone nur gering, die hohe Temperatur des Lichtbogens erweist sich für die Verbrennung und Vergasung von Unreinheiten und Oxyden als günstig. Seinerzeit von der Reichsbahn angestellte Versuche haben die Überlegenheit der Abschmelzschweißung gegenüber der Stumpfschweißung in bezug auf Festigkeit und Biegungsfähigkeit für größere Querschnitte klar erwiesen. Für kleinere Querschnitte bis etwa 20 mm Dmr. macht sich der Unterschied nicht stark bemerkbar.

Abb. 1 bis 7
Einspannung der Schweißstellen bei verschiedenen zusammenzuschweißenden Werkstoffen

Spannt man statt zweier Stücke ein einziges ungeteiltes Werkstück in die stromführenden Backen, so findet eine Erwärmung dieses Stückes zwischen den Backen statt, die ebenfalls bis zur Schweißhitze gesteigert werden kann. Man hat dann die jetzt oft genannte und immer mehr sich einbürgernde Elektro-Esse, die feuerlose Schmiede, die den Vorzug der raschen und billigen Erwärmung bei gänzlicher Vermeidung von Rauch und Ruß hat.

Praktisch kann man etwa bis 10 000 mm² Eisenquerschnitt und etwa 3000 mm² Kupferquerschnitt verschweißen, doch kommen für besondere Zwecke Sondermaschinen, namentlich für Eisen mit wesentlich höheren Leistungen, in Frage.

Der Einfluß auf die Gestaltung findet nach zwei Richtungen statt. Einmal muß man besonders bei der Stumpfschweißung dafür sorgen, daß die zu verbindenden Stücke an der Verbindungsstelle gleich großen Querschnitt haben. Bei der Abschmelzschweißung kann man manchmal auch von dieser Forderung abgehen, Abb. 8.

Abschmelz-Schweißverbindungen, Abb. 9, sind heut als normale Fertigung zu bezeichnen. Nach diesem Verfahren

[1]) rgetragen in der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebs- zu Berlin am 24. Februar 1927.
[2]) Bd. 71 (1927) S. 571.

Abb. 8
Geschweißte Bergmannshaue

Abb. 9
Abschmelz-Schweißverbindungen
a Puffer *b* Bremsdreieck *c* Wagenachse *d* Welle (4600 mm²)
e abgeschliffene Schweißstelle (4600 mm²)

Abb. 10
Nach dem Abschmelz-Schweißverfahren hergestellte Werkzeuge

kann man einfach herzustellende kurze Preßstücke an lange Enden anschweißen, statt eine Formänderung am langen Werkstück vornehmen zu müssen.

Der andere Einfluß auf die Gestaltung besteht darin, daß man mit dem Abschmelzverfahren verschiedene Werkstoffe miteinander verschweißen kann, wie Eisen mit Stahl, Kupfer mit Messing, besonders auch hochwertigen Stahl mit gewöhnlichem. Man kann also mit hochwertigem Werkstoff sparen und dies schon bei der Konstruktion berücksichtigen, Abb. 10.

Abb. 18 (rechts)
Ecke eines Rahmens mit angepunkteter Schraube

Abarten der elektrischen Widerstandschweiß[...]
wohl am häufigsten angewendet werden, sind die P[...]
schweißung und die Rollen- oder Nahtsch[...]
Auch diese Verfahren beruhen auf der Erwärm[...]
folge Übergangwiderstandes. Abb. 11 bis 17 [...]
schematisch die Anordnung für Punktschweißu[...]
man praktisch bei Blechen bis 8 mm Dicke anwe[...]
der Regel wird man wesentlich dünnere Blec[...]
wenden. Die Güte der Punktschweißung hängt vo[...]
trodendurchmesser, Elektrodendruck, Schweißz[...]
Stromstärke ab. Das günstige Zusammentreffe[...]
dieser Punkte muß berücksichtigt werden. Be[...]
Punktschweißungen reißt eher das Blech aus, als [...]
Schweißpunkt abgeschert wird. Saubere Bl[...]
fläche an den Verbindungsstellen ist notwendig.

Die Punkteindrücke machen sich mehr oder [...]
bemerkbar. Durch besondere Form der einen El[...]
kann nun erreicht werden, daß wenigstens au[...]
Seite der Punkteindruck möglichst verschwindet, [...]
nachträgliche Oberflächenbearbeitung von Wichtig[...]
Ebenso kann man durch entsprechende Ausbildu[...]
Elektroden Schrauben, Abb. 18, Stifte und dergl. [...]
Blech verbinden, was früher nur durch Verniet[...]
Verschrauben möglich war. Ferner lassen sich [...]
zur Verstärkung der Bleche für späteres Lochboh[...]
Gewindeschneiden oder Hülsen für Füße anbring[...]
übrigen wendet man die Punktschweißung an St[...]
Nietens und Lötens bei dünnen Blechen, Abb. 19, a[...]
wickelte Gehäuseformen kann man statt durch [...]
aus einem Stück durch Zusammenpunkten mehre[...]
facher Stücke herstellen, wobei man das Blech g[...]
einteilen und viel Ausschuß vermeiden kann, A[...]

Ebenso wendet man viel die Nahtschwei[...]
Abb. 21 bis 27, bei Blechen bis zu 1,5 mm Di[...]

Abb. 11 bis 17
Elektrische Punktschweißung

Abb. 19
Mittels Punktschweißung hergestelltes Scheinwerfergehäuse

Abb. 20
Gezogenes und geschweißtes Gehäuse
a gezogen *b, c, d* Einzelteile, die zusammengepunktet werden
e zusammengepunktet

schirre und Gehäuse einfacherer Formen werden liesem Verfahren geschweißt, wobei man viel Abfällen erspart. Dünne Bleche kann man statt pt auch stumpf schweißen; die Naht entsteht ganz geringe Überlappung der Bleche unter dem des Rollendruckes; nach vollzogener Schweißung eine fast ebene Oberfläche.

lingung für dichte Nähte ist, daß die Bleche an der lungsstelle blank sind. Dies kann man durch Abzeln oder Sandstrahlgebläse erreichen. Die Blechnis bei der Nahtschweißung gegenüber dem Ziehren zeigt Abb. 28.

Schmelzschweißung

wichtigsten Arten der Schmelzschweißung sind: sschmelzschweißung, besonders in ihrer ls Azetylen-Sauerstoff-Schweißung, und die Lichtnschweißung. In beiden Fällen beträgt die atur der Schmelzflamme über 3000°, und in beiden werden bei dickeren Blechen Zusatzstoffe zur Her: der Verbindung eingeschmolzen. Bei der n-Sauerstoff-Schweißung benutzt man neben dem off entweder in Geräten hergestelltes oder in rs vorbereitete Flaschen eingepreßtes Gas, geAzetylen (Dissous-Gas). Im letzteren Falle kann Anlage überall schnell aufstellen. Außer Azetylen zur Zeit noch Wasserstoff (in Flaschen), vers Benzol (Fernholz-Brenner), Leuchtgas und Stoffe verwendet.

r Lichtbogenschweißung kann man sowohl Gleichals Wechselstrom verwenden; man benutzt sie jerst bei etwa 3 mm dicken Blechen, während man r Gasschmelzschweißung auch noch ganz dünne verschweißen kann.

te Schweißung vorausgesetzt, hat die Schweißnaht Gasschmelzschweißung im ungehämmerten Zustand 60 bis 80 vH, im gehämmerten Zustand 80 bis 100 vH der Festigkeit des Bleches. Dabei hat die Schweißnaht noch eine verhältnismäßig gute Dehnung, weil der die Schweißflamme umgebende reduzierend wirkende Gasmantel Sauerstoff und Stickstoff der Luft von der Schmelze fernhält und weil die Schmelze verhältnismäßig langsam erstarrt. Die reduzierende Zone der Schmelzflamme zeigen Abb. 29 und 30.

Mit der Lichtbogenschweißung kann man mit gewöhnlichen Elektroden bei Gleichstrom eine Festigkeit von 90 bis 100 vH erreichen, dagegen hat die Naht nur ganz geringe Dehnung, was erklärlich wird durch das außerordentlich rasche Erstarren des eingeschmolzenen Stoffes und durch die Aufnahme von Stickstoff und Sauerstoff aus der umgebenden Luft in die Schmelze. Ein Glühen und Hämmern derartig elektrisch geschweißter Nähte würde nur noch den ungünstigen Einfluß des aufgenommenen Stickstoffs erhöhen, soll also unterbleiben. Solche Nähte, die besonders auf Biegung beansprucht werden, stellt man heute vorzugsweise durch Gasschmelzschweißen her.

Wichtig für beide Schweißarten sind die eingeschmolzenen Zusatzstoffe, die man bei der Gasschmelzschweißung als Schweißdraht, bei der Lichtbogenschweißung als Elektrode bezeichnet; denn von diesen Zusatzstoffen, die bezüglich ihrer Zusammensetzung auf die zu

Abb. 28
Blechersparnis beim Schweißen gegenüber dem Ziehverfahren

Abb. 21 bis 27
Elektrische Nahtschweißung

Abb. 29 und 30
Azetylen-Sauerstoff-Schmelzflamme
a Brennerspitze *b* helleuchtender Flammenkegel
c reduzierende Flammenzone *d* Werkstoff

Abb. 31 bis 34
Lichtbogen mit nackten und umhüllten Elektroden

Abb. 35 bis 38
Leichtes Schott mit Tür. Gegenüberstellung von Nietung und Schweißung

verschweißenden Werkstoffe abgestimmt sein müssen, hängt das Gelingen einer brauchbaren Schweißung ab.

Man hat nun auch für die Lichtbogenschweißung eine Schutzhülle um die abtropfenden oder absprühenden Elektrodenstoffe zu schaffen gesucht. Man verwendet neben den sogenannten nackten Elektroden jetzt vielfach auch umhüllte Elektroden, die je nach ihrer Herstellung als getauchte und als umwickelte Elektroden bezeichnet werden, Abb. 31 bis 34. Die bei Bildung des Lichtbogens abschmelzende Umhüllung soll einen Gas- und Schlackenmantel um die absprühenden Elektrodenstoffe bilden und so das Eindringen von Luft und Stickstoff in die Schmelze verhindern. Außerdem sollen die auf die abgeschmolzenen Teile sich legenden flüssigen Schlacken die Erstarrung der Schmelze verzögern, und auch der Lichtbogen selbst soll durch den Mantel, insbesondere bei Wechselstrom, ruhiger geführt werden. Tatsächlich sind mit solchen Elektroden gute Dehnungen erreicht worden.

Neuerdings bildet man bei der AEG ein rein amerikanisches Verfahren aus[3]). Um die Elektrode herum erzeugt man einen Mantel aus Wasserstoff, wobei der Wasserstoff unter dem Einfluß des Lichtbogens in seine Atome zerlegt wird, Abb. 34; bei der Wiedervereinigung der Atome entsteht viel Wärme, so daß die Schmelze ähnlich wie bei der Gasschmelzschweißung fließt und dehnbare Nähte erreicht werden[4]).

Indem ich nun auf das Konstruktive übergehe, möchte ich zunächst auf die bei der Schmelzschweißung gebräuchlichen Verbindungsarten hinweisen, die in den deutschen Normenblättern DIN 1912, Blatt 1 bis 3, zusammengestellt sind. Der große Anwendungsbereich der

[3]) Z. Bd. 70 (1926) S. 753.

[4]) Es wurde ein von der Firma Thun & Brandt im Versuchsfeld für Schweißtechnik aufgenommener Film eines zwischen Werkstück und Elektrode arbeitenden Gleichstromlichtbogens unter 40facher Zeitdehnung gezeigt. Die sehr lebhafte Gas- und Dampfentwicklung der abschmelzenden Umhüllung war deutlich in ihrem Verlauf zu erkennen.

Abb. 39
Festigkeitsverhältnis der Verbindung zu[m] vollen Blech

a überlappte Nietung
b Laschennietung
c Winkelvernietung
d T-förmige Vernietung
e, *f* Stumpfschweißun[g]
g Winkelstoß
h T-Stoß

neueren Schweißverfahren hat es notwendig ge[macht, be-]reits für die Konstruktionszeichnungen Kurzze[ichen ein-]zuführen, die in den Normenblättern enthal[ten sind.] Abb. 37 und 38 zeigen ein Anwendungsbeis[piel] genormter Zeichen, gleichzeitig ist die Schwei[ßung der] Nietung gegenübergestellt, Abb. 35 bis 38.

Bezüglich des Einflusses der Schweißung a[uf die Ge-]staltung muß ich nochmals betonen, daß fe[ste] Formen noch nicht vorhanden sind und alles [im] Werden ist. Ich glaube aber am besten zum [Ziel zu] kommen, indem ich entsprechende kennzeichn[ende Bei-]spiele und ihre Formgebung zeige, und zwar u[nter An-]wendung der neuen Schweißverfahren an S[telle von] Nieten, von Flanschen und von Gußstücken sow[ie zur] Ausbesserung und Instandhaltung.

An Stelle der Vernietung

Bei der Vernietung tritt an Stelle der üb[erlappten] und Laschennietung *a* und *b*, Abb. 39, der Stu[mpfstoß *e*] oder *f*, an Stelle der Winkelvernietung *c* der Wi[nkelstoß *g*] und an Stelle der T-förmigen Verbindung *d* der [T-Stoß *h*.] Besonders eingehende Erfahrungen liegen aus de[m ...-]bau vor[5]). Gegenüber der Vernietung treten [bei] Verwendung der Lichtbogenschweißung durch [...] an Arbeit und Gewicht der überlappten Teile [...] ersparnisse von 60 bis 70 vH bei mittleren u[nd ...]

[5]) Z. Bd. 68 (1924) S. 740, 1276, Bd. 69 (1925) S. 605.

Abb. 40
Vergleich der Kosten einer Nietnaht und ein[er] Schweißnaht

Abb. 41 bis 51
Geschweißte Verbindungen im Behälterbau

Abb. 52 und 53
Verschweißung von Blechpreßstücken

Abb. 54
Eckschweißungen an Ölbehältern

›ei dickeren Blechen ein. In Abb. 40 sind die
einer Schweißnaht und einer zweireihigen Zick-
ung für 1 m Länge verglichen[6]). Hiernach ver-
ich z. B. die Kosten von Schweiß- und Nietnaht
m Blechdicke wie 100 : 170.

seitig kann man geschweißte Verbindungen be-
im Behälterbau[7]) ausführen, Abb. 41 bis 51. Hierbei
die Schweißnähte am haltbarsten sein, wenn sie
st wenig auf Biegung beansprucht werden. Man
o Anordnungen namentlich der jetzt oft verwen-

relow, „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 549 u. f.
rgl. Höhn, Z. Bd. 70 (1926) S. 117 u. f.

Abb. 55 bis 64
Auswirkungen von Spannungen

deten Verschweißung von Blechpreßstücken zum ganzen Stück zweckmäßig so treffen, daß die Schweißnaht mit der neutralen Faser zusammenfällt, oder auf Zug statt auf Biegung beansprucht wird, Abb. 52 und 53. Bei drei Eckschweißungen an Ölbehältern, Abb. 54 a bis c, die vergleichsweise vorgenommen waren, hielt die auf reinen Zug beanspruchte Naht, Abb. 54 c, am besten.

Die Schmelzschweißung kann durch die beim Schweißen auftretenden Spannungen, die natürlich um so größer werden, je stärker und länger die Schweißstelle erhitzt wird, stark beeinflußt werden. Die Lichtbogenschweißung, bei der ein sofortiges Erstarren nach dem Schweißen eintritt, ist daher der Gasschmelzschweißung überlegen. Einige Auswirkungen von Spannungen und wie man ihnen begegnen kann, zeigen Abb. 55 bis 64. Die Spannungen möglichst gering zu halten — ganz aufheben kann man sie meistens nicht —, ist Aufgabe des guten Schweißers und des überwachenden Betriebleiters. Man wird so schweißen müssen, daß sich der Werkstoff möglichst von selbst ausdehnen und zusammenziehen kann, und daß ferner die Wärme an keiner Stelle zu lange einwirkt. Besonders beim Lichtbogenschweißen läßt sich dies durch Schweißen kleiner Längen nacheinander immer an verschiedenen Stellen erreichen, so daß das ganze Stück nirgends mehr als handwarm wird. Auch ist das Werkstück so zu konstruieren, daß man möglichst bequem an die Schweißstellen herankommen kann.

Der Hohlrost, Abb. 65, ist durch Einschweißen der dreieckigen Rohre in das viereckige Querrohr hergestellt. Um gute Zugänglichkeit zu den Schweißstellen zu haben,

Abb. 65
Geschweißter Hohlrost

Abb. 66 und 67
Geschweißte Kohlengreifer

Abb. 68
Aus Eisenrohren von 70 mm Dmr. zusammengeschweißter Kraftwagenrahmen von 3,5 m Länge
a vor, *b* nach einem Anprall des Kraftwagens mit 80 km/h an einen Baum

ist das viereckige Querrohr aus einem U-förmig gebogenen Blech hergestellt, auf das erst nach Anschweißen der Rohre der Deckel aufgeschweißt wird. Die Schweißung erhöht auch oft infolge glatterer Form die Lebensdauer des Stückes und Schonung des Inhaltes. So stellt die Firma Fried. Krupp A.-G. jetzt Kohlengreifer gasgeschweißt, Abb. 66 und 67, statt winkelvernietet her. Die Abmessungen betragen rd. 3, 2 und 2 m, der Inhalt rd. 9,6 m³. Schonung der Kohlen und geringere Rostung sind die Folge.

Große Transformatorenkasten aus 7 mm dickem Blech hat man ohne nennenswerte Wärmespannung zusammengeschweißt, die Nähte dichten gegen warmes Mineralöl gut ab.

Einen 3½ m langen, aus Eisenrohren von 70 mm Dmr. zusammengeschweißten Kraftwagenrahmen, Bauart Dr. Sablatnik, zeigt Abb. 68 a. Eine größere Anzahl mit derartigen Rahmen ausgestattete Kraftwagen sind seit längerer Zeit in Berlin in Betrieb. Die Rohre sind lediglich aneinandergepaßt und durch Gasschmelzschweißung verbunden. Bei einem Kraftwagenunglück wurde solch ein Rahmen bei 80 km/h Geschwindigkeit gegen einen Baum geschleudert und stark verbogen. Aber keine der Rohrschweißstellen des Rahmens hat auch nur geringste Beschädigung dabei erlitten. Die Verbiegungen sind von den zwischen den Schweißstellen liegenden Teilen aufgenommen worden, Abb. 68 b. Diese Erfahrung hat man wiederholt bei Zusammenstößen geschweißter Teile gemacht. So z. B. beim Zusammenstoß einer vollständig elektrisch geschweißten Schute von etwa 60 B einem Dampfer von 600 B.-R.-T., wobei aber Schute, sondern der genietete Dampfer zu Schad

Ähnliches ereignete sich bei dem Zusamm geschweißten großen Turbinenrohren, die info des Seilförderwagens von dem oben am Berg Wasserschloß weit ins Tal hinabkollerten und außerordentlich stark verbeult, aber ohne Ris

Abb. 69 und 70
Formgebung durch Brennschneiden und Schweißen

Abb. 71
Verschweißung von Brückenträgern

Abb. 72
Aufbau eines Speichers für Aluminium v 5200 m³ Inhalt mittels elektrischer Schweißung

Abb. 73
Aus Stahlrohren geschweißter Knotenpu

Abb. 80 (links)
12 m hohe Eisentürme, aus vernietetem Profileisen hergestellt

Abb. 81 (rechts)
Dieselben Türme, aus wesentlich leichteren Rohren zusammengeschweißt

…ißnähten ankamen. Die Schweißnaht, besonders die …ische, wirkt also wie eine Versteifung, etwa wie ein …ietetes **T**-Eisen, so daß die schwache Stelle immer …s der Nahtmitte liegt.

Vernietung im Eisenhochbau

…ie Verschweißung an Stelle der Vernietung im …ochbau[8]) wird in Deutschland im Gegensatz zu …ka, Frankreich, Belgien, Schweiz, noch sehr wenig …ndet.

…n kann z. B. mittels des Schneidbrenners auch bei … Profilträgern Formgestaltungen vornehmen, …9 und 70. Eine solche Gestaltung, im Brückenbau …endet, zeigt Abb. 71. Abb. 72 zeigt einen großen …ir Aluminium von 5200 m³ Inhalt im Aufbau durch …sche Schweißung von oben nach unten fortschrei… Die Arbeiter bleiben stets während des Zusammen… in gleicher Höhe.

Flugzeugbau

…uch im Flugzeugbau wendet man besonders die Gas…lzschweißung weitgehend an[9]). Viele Teile stellt …urch Verschweißen von Stahlrohren her. Die Kno…nkte von Rohren, Abb. 73, entstehen dadurch, daß …lie geschlitzten Rohre über ein Knotenblech schiebt, …74 bis 76, oder die Rohre durch sattelförmige Zwi…tücke versteift, Abb. 77 bis 79. Auch Augen und …n Rohrenden werden angeschweißt. Solche Rohr…dungen, gegebenenfalls noch ineinandergesteckt …lurch Schweißen verbunden, haben eine große …eit.

…h glaube, man wird gestützt auf die Erfahrungen …m Flugzeugbau und dem noch zu besprechenden …itungsbau, bald schon zu einer recht nützlichen An…ng geschweißter Rohrverbindungen auch im Eisen…u kommen; denn die Eigenschaften des Rohres, nach … Richtungen hin gleichmäßige Knickfestigkeit bei …tnismäßig geringem Gewicht zu haben, ist für den …ochbau besonders wertvoll. Ansätze sind hier be… vorhanden. Die beiden 12 m hohen Eisentürme, …0, sind nach der bisherigen Art durch Profileisen…tung hergestellt, die zwischen beiden aufziehbare …ange Brücke jedoch ist bereits aus Rohren ge…ßt, wobei schon eine erhebliche Gewichtverminde…rreicht wurde. Abb. 81 zeigt denselben Doppelturm … endgültigen Form, aus wesentlich leichteren Rohren …nengeschweißt.

…. Bd. 71 (1927) S. 239. Vergl. „Schweißtechnik", Berlin 1926, VDI-…S. 21. [9]) „Schweißtechnik" S. 35.

An Stelle der Verflanschung

Bei der Anwendung der Schweißung an Stelle der Verflanschung hat man für Rohrverbindungen neue Wege geschaffen, und man wird bald den Flansch wohl nur noch da verwenden, wo Formstücke, Ventile und dergl. eingebaut oder große Längen unterteilt werden müssen. Man kann wohl behaupten, daß für die im Rohrleitungsbau zunehmenden Drücke die Schweißung als ein willkommener Helfer gekommen ist.

Bei Hochdruck-Flanschverbindungen für Dampfrohre von mehr als 100 mm Dmr. und Drücke von 35 at und mehr bei einer Überhitzung von 425°, Abb. 82 und 83, wendet man die sonst übliche Sicherheitsvernietung des Flansches mit dem Rohr nicht mehr an. Das Rohr ist lediglich zur Längenfestlegung leicht auf den Flansch aufgewalzt. Der über die Flanschnut vorstehende Rohrrand wird mit dem Schweißbrenner warm gemacht und umgebördelt und dann verschweißt. Die Röhren für Fernleitungen, insbesondere für Gas, wird man mit Rücksicht auf die an den Muffen oder Flanschen auftretenden Undichtigkeiten verschweißen. Solche geschweißte Fernleitungen kann man in beträchtlich langen Strängen über dem nur ganz schmal ausgehobenen Graben zusammenschweißen und auf Dichtigkeit prüfen, so daß man mit geringen Erdaushebungen auskommt. Durch Prüfung mit Druck-

Rohre geschlitzt mit Knotenblech verbunden

alle Nähte

Rohre stumpf aufgesetzt, mit Sattelstück verbunden

alle Nähte

Abb. 74 bis 79
Beispiele aus dem Flugzeugbau

a Knotenblech
b sattelförmiges Zwischenstück

verschweißt verschweißt

Abb. 82 und 83
Rohrverbindung für hohen Druck

Muffe verschweißt
vor der Schweißung
desgleichen Muffe mit Sicherheitsloch
nach der Schweißung

Abb. 84 bis 87
Rohrverbindungen

luft und Abpinseln der Schweißstellen mit Seifenwasser findet man sofort die fehlerhaften Stellen.

Bei der Stumpfnahtschweißung, die in der Regel bis zu 10 at, oft aber für wesentlich höhere Drücke angewendet wird[10]), kann der Einschweißwerkstoff durch die Fuge sickern und in Form sogenannter Schweißbärte, besonders bei kleinen Durchmessern, den Rohrquerschnitt verengen. Die Gefahr beseitigt man durch einen zwischen die Rohre an der Verbindungsstelle eingelegten und mit den Rohrenden verschweißten dachförmigen Zwischenring.

Zweckmäßige Rohrverbindungen zeigen Abb. 84 bis 95. Durch die Muffe wird das Rohr zentriert, durch die Kehlschweißung am Muffenrand die Dichtigkeit erreicht, Abb 84. Gegebenenfalls kann man durch sogenannte Lochschweißung eine Sicherung gegen Zug

[10]) Bei einer Hochdruck-Versuchsanlage von Prof. Dr. Löffler, sind seit etwa zwei Jahren durch V-Naht verschweißte Rohrschlangen anstandlos im Betrieb, die bei 50 bis 70 mm l. W. und 10 mm Wanddicke dauernd mit 80 bis 100 at bei etwa 500 °C Ueberhitzung beansprucht werden. Der Prüfdruck betrug 200 at.

vor der Schweißung
umgebördelt und verschweißt

Abb. 89 bis 95
Rohrverbindungen vor und nach dem Schweißen

und Druck erreichen, Abb. 85. Bei Röhren grö Durchmessers erwärmt man den überstehenden M rand mit dem Schweißbrenner, bördelt ihn um un schweißt ihn, wodurch volle Entlastung der Schwei eintritt, Abb. 86 bis 88. Ähnliche Rohrverbind zeigen Abb. 89 bis 95; man kann noch eine Rich änderung der Rohre bis etwa 5 ° vornehmen.

Die Muffenschweißungen haben große Festigke Dichtigkeit, wie Versuche im Versuchsfeld für Sc technik der Technischen Hochschule, Charlottenbu geben haben. Ein solches Muffenrohr von 100 m und 4 mm Wanddicke riß erst bei 250 at im ge Werkstoff in der Muffe beginnend auf.

Die Benutzung des Schweißbrenners nicht nu Schweißen, sondern auch zum Erwärmen zwecks änderung erweist sich auch sonst bei der Verlegu sehr nützlich. So können z. B. Rohrleitungen kle Durchmessers bequem den Geländeerfordernisse sprechend geformt werden.

Bei größeren Rohrleitungen, wo es auf die Gü Schweißung besonders ankommt, empfiehlt es sich sichtslos von Zeit zu Zeit irgendwo Stücke der S ßung mit dem Brenner herauszuschneiden, um sich oder den Schweißer durch Schliffbilder der unters Stelle von der Güte oder Unbrauchbarkeit seiner

Abb. 88
Muffenkehlschweißung für Wasserleitungsröhren von 600 mm l. W.

Abb. 96
Geschweißtes Dynamogehäuse von 3 m Dmr.

Abb. 97
lamentrahmen von 5, 3 und 0,5 m, aus 12 bis 20 mm
en Flußstahlplatten mittels Lichtbogenschweißung hergestellt

erzeugen. Ein nachträgliches Wiedereinschweißen
etreffenden Stückes oder eines Ersatzstückes be-
rasch den Schaden.

An Stelle von Gußstücken

h komme nun zu der Schweißung an Stelle von Ver-
ng von Gußstücken. Es ist verlockend, statt des
n Gußeisens den homogenen, wesentlich festeren
ichteren Flußstahl zu verwenden.
an hat z. B. ein Dynamogehäuse von 3 m Dmr.,
6, durch Schweißen und Brennschneiden hergestellt;
gt wesentlich weniger als das bisher verwendete
häuse. Einen ganz wesentlichen Fortschritt wegen
Größe zeigt der Fundamentrahmen von rd.
und 0,5 m, Abb. 97, der ganz aus 12 bis 20 mm
Flußstahlplatten mittels Lichtbogenschweißung
stellt ist. Durch Einschweißen von Querstücken kann
arrheit beliebig groß gemacht werden.
ie Unterlagen für Abb. 98 verdanke ich der Freund-
it der AEG, deren Arbeiten ich als eine fortschrittliche
zeichnen möchte. Die bisherige Formgebung großer
kelter Stücke durch Gießen ist vollständig ver-
worden; das Werkstück ist vielmehr durch Zu-
nschweißen von Flußstahlblechen, also unmittelbar
ler Zeichnung aufgebaut worden, genau so, wie der
er das Modell nach der Zeichnung herstellt. Das
ige Gußgewicht in Höhe von 11 000 kg konnte auf
6000 kg bei dem Schweißstück vermindert werden.
dieser Gewichtersparnis sind noch die Kosten
erwickelten Modells, sowie die Kosten für Hin-
Rückfracht des Modelles und des Abgusses er-
worden, und vor allem auch die Wartezeit für die
ung des Modells und des Abgusses. So konnten
der erheblichen Schweißerlöhne schon bei der An-
ung des ersten Stückes Ersparnisse erreicht werden;
eit soll sich eine Reihe von 20 Stück gegen Stück-
in Arbeit befinden.
h glaube bestimmt, daß diese Art der Fertigung
elbar nach der Zeichnung wegen der Ersparnisse
ald ganz wesentlich an Umfang gewinnen wird, und
nicht zu viel zu behaupten, wenn ich sage, daß
lich eine Verringerung der Gußerzeugnisse zu-
n einer Vermehrung der Walzerzeugnisse ein-
wird.

rherstellung und Instandhaltung einzelner Teile

i der Anwendung der Schweißung zur Wiederher-
g und Instandhaltung von einzelnen Teilen handelt
weniger um den Einfluß auf die konstruktive Ge-
g, als vielmehr um die Erhaltung von Werten. Zur
sserung kommen meist gebrochene gußeiserne
; es darf behauptet werden, daß man in den
n Fällen die einzelnen Teile einwandfrei durch
enschweißung wieder instandsetzen kann, doch
man hierzu nur erfahrene, gewährleistende Fach-
hinzuziehen, wenn es sich um größere und teure
handelt, nicht aber sollte man aus falschem Ehr-
ne die nötigen Erfahrungen selbst an solche Aus-
ngen herangehen.
ndelt es sich um kleinere Ausbesserungen an Guß-
, so können sie häufig durch Kaltschweißung, d. h.
las Stück teilweise oder ganz zu erwärmen, aus-
geführt werden; hierbei wendet man häufig die Licht-
bogenschweißung an, weil dabei verhältnismäßig wenig
Spannungen im Werkstoff erzeugt werden.

Wendet man die Warmschweißung an, wobei das
ganze Werkstück gleichmäßig erhitzt wird, so werden
die Spannungen am besten vermieden. Entsprechende Ein-
bau- und Anwärmvorrichtungen sind dann notwendig.

Ich glaube, daß auch die Ausbesserschweißun-
gen noch weit mehr angewendet werden könnten als
bisher. Wenn man über die Ablagerplätze der Gas- und
Wasserwerke, großer Maschinenfabriken, Bergbaube-
triebe u. a. schreitet, wundert man sich oft, was alles
zum Schrott geworfen wird. Verhältnismäßig viel Werte
könnten erhalten und Kapital erspart werden, das jetzt
für Neuanschaffungen ausgegeben wird; denn im allge-
meinen betragen die Kosten solcher Schweißungen je
nach Form und Größe der Stücke nur rd. 10 bis 30 vH
des Neuanschaffungswertes, ganz abgesehen von der
wesentlichen Verkürzung des etwaigen Betriebstill-
standes.

Ausgezeichnetes hat in dieser Hinsicht die Reichs-
bahn, besonders in ihrem Eisenbahnwerk Wittenberge, ge-
leistet, wo man in vorbildlicher Weise gebrochene Guß-
stücke, hauptsächlich Lokomotivzylinder, wieder in-
standsetzt.

In den amerikanischen Häfen lagen bei Ausbruch
des Weltkrieges 103 Dampfer von 6000 bis 54 000 t, von
denen 20 durch die Besatzung für die Fahrt dadurch un-
brauchbar gemacht wurden, daß man besonders die guß-
eisernen Zylinder zerstörte. Durch Lichtbogenschweißung
wurden die Zylinder, ihre Zahl betrug 70, in kurzer
Zeit ohne Ausbau instandgesetzt. Nach 5½ Monaten
waren die Schiffe wieder fahrbereit.

Auftragschweißung

Durch die Schmelzschweißung in ihrer Form als Auf-
tragschweißung wird die konstruktive Ausbildung, beson-
ders aber auch die Wirtschaftlichkeit, wesentlich beein-
flußt. Durch die Auftragschweißung können alle die
Stücke betriebfähig erhalten werden, die bisher bei Ein-
tritt übermäßigen Verschleißes beiseite geworfen und
durch neue ersetzt wurden.

Das sehr plötzliche Erstarren der Schmelze bei der
Lichtbogenschweißung in Verbindung mit einem ent-
sprechend zusammengesetzten Elektrodenwerkstoff gibt
dem aufgetragenen Schweißgut eine hohe Verschleiß-
festigkeit. Infolgedessen braucht man jetzt Stücke, die
bisher mit Rücksicht auf den Verschleiß entweder durch-
weg aus hochwertigen Werkstoffen gefertigt wurden
oder bei gewöhnlichen Werkstoffen sehr dick bemessen
wurden, jetzt nur noch so dick zu bemessen, wie es die
Beanspruchung, nicht aber der Verschleiß erfordert, be-
sonders z. B. für Zapfen, Gleitflächen, Schienen, Spur-
kränze.

Bei stets wiederkehrenden, dem Verschleiß unterwor-
fenen Teilen, insbesondere Rollen-, Spurkränzen und
dergl., empfiehlt es sich, die Auftragschweißung durch
geeignete Maschinen, Abb. 99, vorzunehmen. In Betrieben,

Abb. 98
Mittels Schweißung hergestelltes Dynamogehäuse

Abb. 99
Selbständige Maschine für Auftragschweißung auf Räderlaufflächen

in denen die arbeitenden und die beweglichen Teile durch Sand, Kohle, Staub und dergl. sehr stark dem Verschleiß unterworfen sind, machen sich solche Einrichtungen für Auftragschweißungen in Kürze bezahlt; es brauchen vor allem kaum mehr Ersatzteile auf Lager gehalten zu werden.

Man muß jedoch die Auftragschweißung so vornehmen, daß unzulässige Erwärmung vermieden wird; es können sonst beim Schrumpfen der aufgetragenen Schicht leicht Werkstoffrisse entstehen. Zielbewußte Wärmeableitung, sogar solche durch Spritzwasser, wirkt günstig; ebenso ist ununterbrochene und verteilte Schweißung von Nutzen.

Schlußbemerkungen

Die neueren Schweißverfahren haben auf die Fertigung und den Betrieb Einfluß gewonnen, einen Einfluß, der immer mehr wachsen wird. Hieraus ergibt sich aber auch die Pflicht, in die für die Fertigung maßgebenden Kreise, nämlich Konstrukteure, Betriebleiter und Schweißer, ein immer größeres Verständnis für diese Verfahren hineinzutragen; denn die Schweißung wird in dem Maße vorwärtsschreiten, in dem der Sc[illegible] selbst zuverlässiger wird und in dem eine vers[illegible] vollere Anwendung und Überwachung das Zutra[illegible] der Schweißung vergrößern wird. Noch ist man [illegible] weit, daß für den Schweißer, ebenso wie für den Sc[illegible] den Schmied, den Tischler usw. eine geordnete [illegible] dung mit Abschlußprüfung verlangt wird, doch [illegible] in absehbarer Zeit dazu kommen. Inzwischen [illegible] größere Firmen zur Selbsthilfe gegriffen und [illegible] sich unter entsprechender Ausbildung ihre eigens [illegible] Schweißerhandwerk bestimmten Lehrlinge zu t[illegible] Berufsschweißern. Auch die Reichsbahn bild[illegible] Schweißer mustergültig aus.

An vielen Fachschulen und höheren Maschi[illegible] schulen bestehen seit geraumer Zeit Lehrgäng[illegible] Schweißtechnik für die dortigen Schüler. Von de[illegible] nischen Hochschulen hat als erste Charlottenb[illegible] 3½ Jahren ein Versuchsfeld für Schweißtechni[illegible] entsprechenden Vorlesungen eingerichtet; vor 1½ [illegible] ist Braunschweig nachgefolgt, an andern Hoch[illegible] sind auch schon Bestrebungen in dieser Richt[illegible] Gange. Es ist also wenigstens schon einem Teil [illegible] dierenden an den Hochschulen Gelegenheit gebot[illegible] in diesem neuen Verfahren theoretisch und prakti[illegible] zubilden.

Aber auch dem im Betriebe stehenden Inge[illegible] vielfach diese Möglichkeit geboten durch die v[illegible] sehr rührigen Verband für autogene Metallbea[illegible] in den meisten Industriezentren mehrmals im Ja[illegible] anstalteten theoretischen und praktischen Kurse, [illegible] auch nur als Notbehelf zu betrachten sind. Wi[illegible] heute in Deutschland noch viel zu wenig auf diese[illegible] Gebiet bewanderte Betriebsingenieure; die wenig[illegible] fertig darin sind, sind zu zählen, aber die vielen [illegible] denden sind für solche Kurse bisher sehr [illegible] gewesen, da sie durch diese befähigt wurden, i[illegible] Betrieben vieles mit besserem Verständnis und kr[illegible] zu betrachten als bisher, und sich auch den Sch[illegible] gegenüber sicherer fühlen konnten. [B[illegible]

Hochdruckdampf-Kraftanlagen

Eine sehr gut abgeschlossene Übersicht über den heutigen Stand der Krafterzeugung mittels hochgespannten Dampfes gaben die Vorträge, die am 29. September 1927 in der Mitgliederversammlung der Studienkommission für Hochdruckanlagen bei der Vereinigung der Elektrizitätswerke unter dem Vorsitz von Stadtrat Dr. Mayer, Stettin, gehalten wurden. Auf einen Bericht des Geschäftsführers über die gegenwärtige Richtung in der Weiterentwicklung von Hochdruckdampf-Kraftwerken im Auslande, namentlich in den Vereinigten Staaten, folgten Vorträge von Obering. Gleichmann über die Arbeiten nach dem Benson-Verfahren bei den Siemens-Schuckertwerken, von Prof. Dr. Löffler über den Stand der nach seinem Verfahren erbauten Anlagen, von Dir. Hartmann über die neuesten Arbeiten der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft und von Dir. Pander über Dauerversuche an einem Atmos-Dampferzeuger.

Der Bericht von Obering. Gleichmann betonte namentlich die günstigen Erfahrungen mit dem Baustoff der Rohre für den Benson-Kessel; er wurde durch die Besichtigung des neuen stehenden Benson-Dampferzeugers für 30 t/h Dampfleistung bei 180 at und 425 ° am darauffolgenden Tage wirksam unterstützt. Dir. Dr. R. Werner betonte bei der Begrüßung der Gäste, daß man sich gerade von dem Benson-Verfahren eine wesentliche Verbilligung großer Kraftanlagen und gleichzeitig die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bis an die heute möglich scheinende Grenze verspreche.

Wie Prof. Dr. Löffler mitteilte, ist die 600 PS-Anlage mit stehender Einzylindermaschine in Floridsdorf bei Wien seit einiger Zeit mit vollem Erfolg im Betrieb. Die wesentlich größere Anlage in Witkowitz konnte infolge von Bauschwierigkeiten noch nicht fertiggestellt werden. Als besondern Vorteil seines Verfahrens hob der Vortragende hervor, daß die Umlaufpumpe, deren Kraftverbrauch bei höheren Drücken unwesentlich sei, nur gesättigten Dampf aus dem Dampferzeuger in den Überhitzer zu treiben habe, [illegible] die Heizfläche des Überhitzers niemals durch Ke[illegible] verunreinigt werde. Man kann daher zum Speisen [illegible] lage Wasser verwenden, das in der üblichen We[illegible] misch gereinigt worden ist.

Dir. Hartmann wies u. a. auf die Vorteile de[illegible] Verfahrens der Schmidtschen Heißdampf-Gesellsch[illegible] mittelbarer Beheizung und auf die günstigen Ergebn[illegible] Versuche mit der nach diesem Verfahren umgebauten [illegible] zuglokomotive bei der Deutschen Reichsbahn hin, [illegible] wir bereits berichtet haben[1]). Die Schmidtsche Hei[illegible] Gesellschaft habe zur Zeit eine Schiffsanlage für 6[illegible] eine ortfeste für 100 at in Auftrag. Die Versuche, [illegible] Dir. Pander berichtete, hatten insofern ein be[illegible] wertes Ergebnis, als sie die hohe Verdampfleistu[illegible] umlaufenden Glieder des Atmos-Kessels zum A[illegible] brachten. Nach den Berechnungen entfallen von [illegible] gesamt umgesetzten Wärme 46 vH auf den Vor[illegible] 38,5 vH auf die Dampferzeuger und 15,5 vH auf de[illegible] hitzer. Die Versuche sind ohne jede Störung verlau[illegible] der Aussprache beteiligte sich auch der Erfinder d[illegible] sels, Blomquist.

Zum Schluß sprach Prof. Dr. Loschge, M[illegible] über die möglichen Arbeitsmittel für Dampfkraft[illegible] Ein von ihm unter Zugrundelegung gleicher Grenz[illegible] nisse durchgerechneter Vergleich ergibt, daß man bei [illegible] Wasserdampfanlagen im äußersten Falle mit 39,9 [illegible] Anlagen, deren obere Temperaturstufe durch Diphe[illegible] ausgenutzt wird, 44,1 vH und bei Anlagen mit Que[illegible] für die obere Temperaturstufe sogar 53 vH als [illegible] dynamischen Wirkungsgrad erreichen kann. Der [illegible] und ein ausführlicherer Bericht über die Verhan[illegible] dieser Versammlung werden demnächst im „Arc[illegible] Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen“ veröffent[illegible]
[N 883]

[1]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1306 und Bd. 71 (1927) S. 1442.

Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung

Von *G. Schlesinger*, *Charlottenburg*

(Schluß von S. 1426)

Abb. 19
Regelbare Wagner-Vakuumdampfheizung, Erdgeschoß der Fabrik A

Die Kraft- und Wärmewirtschaft

Die weite Entfernung der Fabriken A und B voneiner machte die Versorgung mit Kraft und Licht aus em eigenen Betriebe unmöglich, da die Stadtverwal- die Anlage eigener Versorgungskabel von A nach B t gestattet hätte und weil ferner die Verlegung eines hen eigenen Kabels viel zu kostspielig geworden e. Also mußten beide Fabriken völlig gesondert vonander behandelt werden.

Ist schon im Maschinenbau die Anpassung an die lichen Bedingungen wichtig — wenn auch in einer schinenfabrik der ganze Posten Licht und Kraft im gleich zu den übrigen Kostenstellen verhältnismäßig ingfügig ist —, so spielt eine sachgemäß angepaßte ft- und Wärmewirtschaft in einer Textilfabrik in tschaftlicher Beziehung geradezu eine entscheidende le. Webstühle, Schär-, Zwirnmaschinen, Walken und schmaschinen, Reiß- und Krempelwölfe sowie Spinnchinen verbrauchen sehr viel Kraft; Trocknerei, Wärei, Färberei und Bleicherei verbrauchen dauernd Wärme; die zweckmäßige Verknüpfung beider ist er ein zwingendes Gebot.

Da, wie oben geschildert, die Fabrik B im wesenten die Spinnerei enthält, einschließlich der Färberei, bonisation und Trocknerei, während die Fabrik A die hfabrikation von der Schärmaschine bis zum appretier- Stück aufnehmen sollte, so läßt sich hier am besten h diesen beiden Stellen trennen, die infolge ihrer e und ihrer vollkommen andersartigen Beschäftigsweise gar nichts miteinander gemein haben.

Fabrik A:

In dieser Fabrik kommt für die Benutzung des Abnpfes nur die Winterzeit in Frage. Im Sommer ist Abdampf zu Trocken-, Wasch- und Heizzwecken keine Verwendung. Im Winter müssen einmal die Bureauräume gut geheizt werden, dann aber ist es vor allem notwendig, die Temperatur in den Websälen gleichmäßig und ziemlich hoch zu halten, damit die Finger beim Andrehen der Fäden und Anschirren der Ketten genügend feinfühlig bleiben und durch gleichmäßige Raumtemperatur und Feuchtigkeit die Zahl der Fädenbrüche auf den Schärmaschinen und Webstühlen nicht zu hoch wird.

Zum Kraftbetriebe der Fabrik war eine etwa dreißig Jahre alte Kondensationsmaschine von 250 PS vorhanden, die in der Hauptsache mit Transmissionsantrieb, ferner durch einen verwickelten Winkelantrieb mit Kegelrädern die verzwickt liegenden Werkstätten (im wesentlichen Hochbauten, vgl. Abb. 6) mit Kraft versorgte. Nur für einen Teil der Fabrik, für den die Dampfmaschine ohnedies nicht ausreichte, wurde Gleichstrom mit 220 V dem städtischen Netz entnommen.

Infolge der Aufstockung der Fabrik und infolge der Hinzufügung eines Neubaues war eine erhebliche Anzahl von neuen Räumen hinzugekommen, für die eine Heizung überhaupt noch nicht vorhanden war. Die beiden Flammrohrkessel von 100 m² und 80 m² Heizfläche bei 12 at Betriebsdruck hätten unter den vorliegenden Verhältnissen nicht ausgereicht, um die vorhandene Hochdruck-Dampfheizung neben der Kondensationsmaschine mit Dampf zu versorgen. Da die Aufgabe der Neuorganisation erst Anfang September 1923 an mich herantrat, und die Notwendigkeit zu heizen schon Ende Oktober, also nur 6 bis 8 Wochen später, erfüllt werden mußte, so war die Aufgabe, sofort eine richtige Lösung zu finden, nicht einfach. Sie wurde in der Einrichtung einer Vakuumheizung (Abdampfheizung) gesehen, da eine Nachrechnung ergab, daß die Kondensationsdampfmenge bei normaler Belastung der Dampfmaschine mit 250 PS ausreichte, um sämtliche Werkstattgebäude mit Kondensdampf zu heizen.

Abb. 20
Hauptantrieb im Gebäude 8 (Fabrik A) vor dem Umbau

Die Ausführung erhielt die Firma Fritz Wagner, Crimmitschau, mit der wir eine Anlage, Abb. 19, ausarbeiteten. Sie wurde in der Zeit von sechs Wochen in einwandfreier Weise ausgeführt, wobei es gelang, die Luftleere der vorhandenen Dampfmaschine, die durch einen Fehler in der Kondensationsanlage ursprünglich nur 65 vH betrug, nach Einschaltung der Unterdruckheizung, für deren Betrieb ausschließlich der alte vorhandene Kondensator benutzt wurde, auf 74 vH zu erhöhen. Dadurch stieg der Wirkungsgrad der Dampfmaschine um etwas mehr als 5 vH. Die Räume waren nach Inbetriebnahme der Wagnerschen Heizung, auch an kalten Tagen, einwandfrei geheizt, und es wurde für den Dampfbetrieb mit Heizung nicht mehr ausgegeben, als bisher für die Dampfmaschine allein nötig gewesen war. Die erzielte Ersparnis wurde so handgreiflich, daß von den bisher betriebenen zwei Heizkesseln der kleinere Kessel von 80 m² stillgelegt wurde und bis heute nicht wieder in Betrieb gesetzt zu werden brauchte. Er wird nur als Hilfskessel benutzt, wenn in der Sommerzeit die Untersuchung und Reinigung des großen Kessels notwendig ist.

Für die Bureauräume wurde die schon vorhandene Warmwasser-Heizanlage beibehalten. Das warme Wasser erzeugt man im Kesselhaus durch einen Abdampfvorwärmer. Die guten Ergebnisse aber mit der Unterdruckheizung in den Websälen, ihre einfache Regelung für jeden Raum und die milde Wärme, die sie erzeugt, haben den Entschluß reifen lassen, auch die Bureauräume mit dieser Heizung zu versehen, die trotz der nicht gerade schönen großen schmiedeisernen Röhren später angelegt werden soll. Im Sommer wird dann die Unterdruckheizung abgeschaltet und der normale Einspritzkondensationsbetrieb aufrechterhalten, so daß die Dampfmaschine im Winter und Sommer wirtschaftlich arbeiten kann. Die Kosten der Heizanlage werden in sehr kurzer Zeit getilgt sein.

Gleichzeitig mit der Umänderung der Heizung in der Fabrik A wurde eine vollkommene Umgestaltung der Energieversorgung und Zuleitung vorgenommen. Wie oben bereits erwähnt, wurden die Maschinenstränge in den einzelnen Bauwerken und Stockwerken teils auf mechanischem Wege, unmittelbar durch Riemen, teils durch Entnahme des Stromes von der Stadt, endlich durch Stromerzeugung mittels zweier eigener kleiner Dynamomaschinen von 60 und 80 PS angetrieben, die durch eine Zwischentransmission und Riemen von der 250 PS leistenden Hauptdampfmaschine bewegt wurden (Abb. 20). Vor dem Umbau wurden die Geschosse des Gebäudes 8 mit Ausnahme der neuen Obergeschosse, das ganze Gebäude 14 und die dazwischen liegenden früheren Färbereibetriebe mechanisch durch Riemen und Kegelräder-kelgetriebe angetrieben.

Abb. 21 und 22
Hauptantrieb im Gebäude 8 nach dem Umbau

Die Gleichstrom-Dynamos reichten mit ihren 14
nicht aus, so daß in den Morgen- und Abendstunde
denen auch der Lichtbedarf größer war, die Stadt
Stromlieferung hinzugezogen werden mußte, weil
Dampfmaschine wegen ihrer ungünstigen Lage nicht
belastet werden konnte und weil die ganze Anlage w
der weitverzweigten Transmissions- und Riemenstr
mit schlechtem Wirkungsgrad arbeitete. Eine eingeh
Untersuchung der Kraftverluste unter gleichzeitiger
sung der einzelnen Stellen hatte für die umgebaute
samtanlage einen Bedarf von rd. 295 PS einschließlich
Beleuchtung ergeben, Zahlentafel 1, unter der Vor
setzung einer vollen Belastung der Fabrik.

Auf Grund dieser Übersicht wurde der Plan ge
eine Anlage zu schaffen, bei der alle mechanis
Riemenübertragungen beibehalten werden sollten,
einen günstigen Wirkungsgrad hatten und bequem la
während alles übrige elektrisch mittels Gruppenantri
oder Einzelantriebes betrieben werden sollte, mit
Absicht, die eigene Dampfmaschine dauernd voll zu
lasten und nur den Rest der Spitzenbelastung von
Stadt übernehmen zu lassen.

Dadurch konnte man einen möglichst günstigen
kungsgrad erzielen und gleichzeitig für die Heizung
größte Dampfmenge abgeben. So ergab sich folg
Lösung: Alle Riementriebe des Gebäudes 8, in dessen
geschoß die Dampfmaschine stand, wurden belassen
der Riemenschacht bereits vorhanden und unter Billig
durch die Baupolizei völlig abgeschlossen vom übr
Gebäude war, so daß er ohne die übliche Feuersge

Zahlentafel 1

Übersicht über den Kraftbedarf der Fabrik A

	je Maschine PS	Höchster Kraftbedarf insgesamt bei vollem Betrieb PS		Normalkraftbedarf PS	Unmittelbar von der Maschine mechanisch übertragen		Elektrisch in Gruppen angetrieben	
					ohne Verlust	zuzüglich ~ 12 vH Verlust	eingebaute Leistung PS	zuzüglich ~ 24 vH Verlust PS
Gebäude 8								
Alte Walke:								
6 Zylinderwalken . . . . je	4	24						
5 Lochwalken . . . . je	6	30						
5 Waschmaschinen . . . . je	3,5	17,5						
3 Zentrifugen . . . . je	3	9						
1 Mammutpumpe	16	16	96,5	63,3				
Neubau:								
5 Zylinder-Walken . . . . je	4	20						
2 Lochwalken . . . . je	6	12						
6 Waschmaschinen . . . . je	3,5	21						
2 Zentrifugen . . . . je	3	6	59	42	105,3	120		
Schuhstoffweberei:								
14 Webstühle . . . . je	1,2		16,8	12				
Schuhstoffweberei:								
35 Webstühle . . . . je	1,2		42	30				
Schuhstoffweberei und Zwirnerei:								
14 Webstühle . . . . je	1,2	16,8						
13 Spulmaschinen, mit 360 Sp. von . . . . . je	1/50	7	23,8	15	57	65		
(7) 8 Zwirnmaschinen, mit (1300) 1500 Sp. von je	1/50		30	21			20	27,5
Leimerei und Kettschärerei:								
2 Leimmaschinen . . . . je	5		10	10 }			15	20
4 Kettschärmaschinen . . . . je	2		8	6 }				
Gebäude 10. Mittelgebäude und Anbau:								
Rahmerei:								
2 Rahmenmaschinen . . . . je	10		20	20			20	26,5
Schererei:								
13 Schermaschinen . . . . je	1,3		17	12			12,5	16
Rauherei (Anbau):								
15 Rauhmaschinen . . . . je	3 bis 5		60	42	42	50		
Schlosserei			10	5			5	6,5
Gebäude 9								
Appretur:								
3 Muldenpressen . . . . je rd.	4,5	13,5						
1 Dekatiermaschine	6	6						
1 Ratiniermaschine	1,7	1,7						
3 Dampfbürsten . . . . je	2	6						
2 Wickelmaschinen . . . . je	0,5	1	28,2	20			20	25
Weberei für Konfektion:								
26 Webstühle . . . . je	0,7	18,2						
2 Kettschärmaschinen . . . . je	1,3	2,6						
Weberei für Konfektion:								
27 Webstühle . . . . je	0,7	19						
1 Kettschärmaschine	1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:								
20 Webstühle . . . . je	0,7	14						
2 Kettschärmaschinen . . . . je	1,3	2,6	57,7	40			40	53
Gebäude 14								
Weberei für Konfektion:								
13 Webstühle . . . . je	0,7	9						
1 Kettschärmaschine	1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:								
13 Webstühle . . . . je	0,7	9						
1 Kettschärmaschine	1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:								
13 Webstühle . . . . je	0,7	9						
1 Kettschärmaschine	1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:								
13 Webstühle . . . . je	0,7	9						
1 Kettschärmaschine	1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:								
10 Webstühle . . . . je	0,7	7						
1 Kettschärmaschine	1,3	1,3	49,5	35			35	45
Transportanlagen:								
Fahrstuhl am Geb. 8	10	10						
Fahrstuhl am Geb. 14	5	5						
Fahrstuhl im Geb. 9	5	5	20	10			10	12
Kohlenförderanlage . . . . } rd. Beleuchtung . . . . }	50		50	50			50	65
Zusammen						235		296,5
An der Maschinenwelle {						mechanisch		elektrisch

und Verschmutzung durch die im Raume laufenden offenen Riemen arbeiten kann. Diese unmittelbaren Antriebe arbeiten mit ihrem (ermittelten) Verlust von 12 vH auf alle Fälle günstiger als eine elektrische Übertragung. Auf diese Weise wurden 150 PS unmittelbar von der Dampfmaschine entnommen. Für die Restbelastung wurde die Dampfmaschine elektrisch durch den Stromerzeuger belastet. Hierzu wurde eine Drehstromdynamo von 150 kVA für 380/220 V beschafft.

Die Wahl von Drehstrom mit 380/220 V wurde getroffen, weil dies die normale Spannung für Deutschland ist und weil die Vereinheitlichung der Stromart für beide Fabriken notwendig wurde, um alle Teile austauschbar und in möglichst geringer Zahl auf Lager halten zu können. Außerdem wurden die Anlagekosten mit Rücksicht auf die gleichzeitige Entnahme von Licht- und Kraftstrom kleiner und die Wartung am geringsten.

Eine harte Nuß war die Verbindung des Stromerzeugers mit der Dampfmaschine, weil der Kraftraum außerordentlich eng war. Der übliche „Salon" für die Dampfmaschine war nicht vorhanden. Die Maschine war vielmehr an einer sehr ungünstigen Stelle, gewissermaßen als Aschenbrödel, im Keller untergebracht, da in diesen alten Textilfabriken mit Rücksicht auf die Schwierigkeit des Wettbewerbs jeder auch nur leiseste Luxus von jeher vermieden wird. Die Unterbringung des Riemens von 500 mm Breite (Abb. 21 und 22) verlangte eine Verbreiterung des als Riemenscheibe ausgebildeten Schwungrades. Gleichzeitig mußte dieses Schwungrad eine Nebenscheibe tragen, die mit einem gesonderten Riemen, der schräg nach oben lief, die drei Stockwerke der darüber liegenden Weberei antreiben konnte. Das vorhandene Schwungrad der Dampfmaschine mußte also auf 500 mm verbreitert werden und gleichzeitig eine im Durchmesser kleinere und in der Breite schmalere Stufe angesetzt werden, die die Riemenübertragung nach oben übernahm. Die Lieferung, nach Stichmaß und in Durchmesser und Bohrung genau passend, so daß keinerlei Nacharbeit beim Eintreffen nötig war, wurde von der „Bamag" mustergültig ausgeführt.

Da der Betrieb auch nicht eine Stunde still gesetzt werden durfte, so blieben uns, um den elektrischen Betrieb einzurichten und den Umbau des Kondensationsbetriebes auf Unterdruckheizung vorzunehmen, nur die Nächte, sowie die Sonn- und Feiertage, insbesondere die Weihnachtsfeiertage, als einzige Zeit, um wirklich ohne Störung diese 30 Jahre alten und verrotteten Antriebe in eine zeitgemäß richtige Anlage zu verwandeln. Es kam dabei auf Stunden an. Wir machten uns daher wieder einen Ze dessen Einhaltung mit aller Energie durchgesetzt w

Der Kraftkeller wurde zunächst umgebaut. Ga hebliche Mengen alten Zementmauerwerkes waren f neuen Riementrieb zu beseitigen und außerdem die vorgelegelager, die auf gemauertem Sockel stande versetzen. Da in dem Keller nur höchstens zwei von Hand am Mauerwerk stemmen konnten, u die Dampfmaschine durch den herumfliegenden Stau die Mauerwerkreste nicht beschädigt werden durf wurde vier Wochen lang jeden Abend nach Stillegun Fabrik die Maschine mit Packpapier verschalt, gew maßen in Papier eingepackt, und nunmehr mit Hil Druckluftmeißeln und durch zwei Kolonnen zu je Mann in der Nacht und an den Sonntagen die stö Pfeiler aus altem, bestem Hartzement beseitigt.

Da im Riemenschacht im Gebäude 8 Veränder vorgenommen werden mußten und da uns die Hau gelegelager für bestimmte Antriebe zunächst fehlt wurden sowohl im Gebäude 8 und 9, wie im Erdg des Gebäudes 10 vorläufige elektrische Antriebe baut. Hierfür und für die Zusatzenergieverso durch die Stadt mußte eine Transformatoren so beschleunigt eingerichtet werden, daß der von i nommene Drehstrom einige Wochen vor der endgü Umänderung zur Verfügung stand. Zu dem Z wurde vorläufig die Steigleitung aus dem neu ein teten Transformatorenraum in das Gebäude 8 v ebenso die Stromzuleitungen nach dem Gebäude 9 geschaffen. Dann wurde in den drei Weihnacht tagen die neue große Riemenscheibe unter schwi Umständen nach Durchbrechung der Außenmauer Keller hineingebaut. Ohne jeden Zwischenfall und planmäßig konnte man nach dem Weihnachtsfe Dampfmaschine wieder in Betrieb nehmen und in Ruhe an den inneren Ausbau der elektrischen A (endgültige Schalttafel- und Transformatorena gehen, ohne daß der Betrieb von der Veränderung haupt etwas bemerkt hatte.

Die Schaltung, Abb. 23, wurde so vorgesehen, d einzelnen Gruppen von Motoren sowohl auf Frem wie auf Eigenerzeugung umgestellt werden könne durch ist die Möglichkeit geschaffen, die Dampfma stets mit gleichmäßiger Vollbelastung laufen zu Durch einen selbstschreibenden Leistungsmesser wi Maschinenwärter beobachtet, für den eine Prämie i sicht genommen ist, falls er den ganzen Mona gleichmäßige Belastung der Maschine erzielen wü

Für den Antrieb der Werkstätten wurden Hauptsache Gruppenantriebe, nur bei wenigen Mas Einzelantriebe gewählt. Das geschah schon au Grunde, weil man die vorhandenen, zwar alten, abe in gutem Zustand befindlichen Trocken-, Schär-, und Webmaschinen nicht mehr umbauen wollte.

Die Websäle wurden fast durchweg in Sträng 10 bis 14 Webstühle eingeteilt. Diese Zahlen e sich aus der vorliegenden Gebäudeform. Man erhi diese Weise nur Gruppenmotoren gleicher Größe, der Grundsatz durchgesetzt war, möglichst wenig von Motoren, also auch möglichst wenige, ganz g Ersatzteile in der ganzen Fabrik, zur Verwendu langen zu lassen.

Dagegen konnte eine gleichartige Umlaufzahl fü Motoren nicht durchgeführt werden. Es wurden nur Motoren von 1000 und 1500 Uml./min benutzt. U Fußbodenraum nicht zu beengen, wurden die n Motoren an der Decke oder auf einem Wandkonsol gebracht.

Abb. 23
Schaltbild für Werk A

Fabrik B

Die Fabrik B hatte in der großen Färberei f Garne und Stücke eine Verbrauchstelle für Fabrika dampf von solcher Größe, daß bei normalem Betri Winter der Auspuffdampf zum Waschen, Färbe Heizen ausreichte, zumal man in der Färberei u der Wäsche mit Dampf von 110 bis 120° für W und Kochzwecke auskommen konnte. Eine einfache Gegendruck-Dampfmaschine, zunächst ohn

Abb. 24 bis 26
ıes Kesselhaus der Fabrik B

ıren Kondensationsbetrieb, bildete also die mäßigste und billigste Lösung. Da aber auch die hkeit vorhanden war, daß bei einer bestimmten äftslage das Färben der Stücke unnötig wurde, weil Stilliegen des Konfektionsgeschäfts und bei der ausßlichen Beschäftigung durch Schuhstoffe die Stückei ausfiel, so wurde die Anbringung einer Kondensanlage und die Möglichkeit sie einzuschalten, sei es Angleich des Dampfbedarfes an die Stückfärberei inter und Sommer, sei es für den Ausfall nur der ng im Sommer, doch für zweckmäßig erachtet, da ie Einrichtung der Umschaltung von vornherein eringe Mehrkosten in Rechnung zu stellen waren. eil die vorhandene Dampfmaschine in der Fabrik B alt, schlecht und außerdem nur halb so groß wie ndig war, so wurde eine neue Maschine von der nag aufgestellt, die sowohl für Heizbetrieb mit Gegendruck, wie für Färbebetrieb bis 1,5 at Gegenmit allen Zwischenstufen einstellbar war.

uch in der Fabrik B waren besondere kraft- und technische Schwierigkeiten zu lösen, die darin ben, daß nur ein alter Flammrohrkessel von 100 m² äche mit einer baufälligen Fränkel-Vorfeuerung zur gung stand, der für die völlig neu eingerichtete große rei neben dem alten Krempel- und Selfaktorenbetriebe ner Weise mehr ausreichte, wobei auch noch zu bewar, daß für das neue Krempelgebäude, Abb. 3, noch eine Heizung vorhanden war. Eine Untersuchung des Flammrohrkessels ergab die Befürchtung, daß der weder die Heizperiode und noch viel weniger die nstrengung durch die Versorgung der Färberei mit aushalten würde. Es wurde daher sofort (vergl. 8) ein Lokomobilkessel (80 PS) mit Treppenrostng angeschafft, da als Brennstoff außer den ziemuren Preßkohlen nur Rohbraunkohlen aus den berten Kohlengebieten der Lausitz zur Verfügung standen. Der Lokomobilkessel wurde mit dem vorhandenen alten Schornstein durch einen Saugzuglüfter verbunden. Bei Einzelbetrieb konnte jeder der vorhandenen Kessel mit dem für den einzelnen Kessel ausreichenden Schornstein betrieben werden, während bei gleichzeitigem Betriebe die Saugzuganlage eingeschaltet werden mußte. Diese Einrichtung hat sich während eines ganzen Jahres vorzüglich bewährt; sie gestattete, beide Kessel bis zur äußersten Hergabe ihrer Leistung auszunutzen.

Die ortfest eingebaute Treppenrostvorfeuerung des Lokomobilkessels hat sehr gut gearbeitet. Sie gestattete, den bisherigen ausschließlich mit Preßkohlen geführten Betrieb durch einen in der Hauptsache mit Rohbraunkohle arbeitenden mit nur 10 vH Preßkohlenzusatz zu ersetzen. Der Kohlenverbrauch fiel, nachdem der Flammrohrkessel wieder ordentlich instandgesetzt war, und nachdem beide Kessel nicht mehr überlastet wurden, trotz Verdoppelung der Leistung der Gesamtanlage, auf etwa drei viertel des früheren Kohlenverbrauchs. An dieser Stelle zeigte sich eindringlich, von wie einschneidender Bedeutung die richtige Bemessung und die zweckmäßige Ausnutzung der Dampfkesselanlage für den Kohlenverbrauch ist.

Das Arbeiten des behelfsmäßig aufgestellten Kessels gestattete uns, das endgültige neue Kesselhaus in Ruhe zu entwerfen und an der Stelle aufzubauen, wo es am günstigsten lag. Abb. 3 zeigt den Platz neben dem alten Kesselhaus, unmittelbar vor der Färberei als der Hauptstelle für den Wärmeverbrauch. Der Kohlenplatz, der wegen des vorhandenen Bunkers zu einer Kohlenabladestelle zusammengeschrumpft ist, konnte also in die äußerste Ecke des an sich recht ungünstig geschnittenen Baugrundstückes gedrängt werden. Das alte Kesselhaus konnte dann nach Inbetriebnahme des neuen Kesselhauses verschwinden. Das neue Kesselhaus erhielt nach Abriß des alten die doppelte Breite, um unter Umständen einen zweiten Kessel zur Aushilfe aufnehmen zu können.

Zahlentafel 2. Übersicht über den Kraftbedarf der Fabrik B

		Dampf						Wasser	Elektrizität						
Erzeugung oder Bezug		1. Zweiflammrohr-Kessel von 106 m² Heizfläche, 8 at, ohne Überhitzer 2. Wasserrohrkessel (Bauart Meltzer) von 300 m² Heizfläche, 15 at, 350° Überhitzung						Neiße m³/h 8	vom Städtischen Elektrizitätswerk Drehstrom von 6000 V						
Umformung									3 Transformatoren 6000 — 380/220, 3 × 250 kVA						
Verbrauchsstellen		Heizung				Fabrikation			Kraft			Licht			
		Rauminhalt m³	Wärmeverbrauch kcal/h	Dampfverbrauch kg/h		Dampfverbrauch kg/h	kg/h		PS	zus. PS	kW	Lx	Anzahl Lampen	W	kW
1.	Pumpenanlage				1 Kolbenpumpe, 15 m³ h, 15 m Förderhöhe 1 Kesselspeisepumpe 1 Kondensatpumpe				}	5					
2.	Transportanlagen				a) Fahrstuhl, 3×1,5 m², 1500 kg Traglast, 15 m/min b) 3 Hubmotoren für Wollager, für je 500 kg Trgf. c) Pneumatische Wolltransportanlage zwischen Wolferei und Krempelei d) 1 Kohlenförderanlage				10 10 6 4						
					Zusammen					30					
3.	Wollager											20	40 je 50 HK	2 000	2
4.	Färberei und Wollwäsche				9 Stückfärbebottiche 3 Übergußapparate (Urban) 3 rechteckige Obermaier je 200 dm² Oberfl. 2 kleine runde „ je rd. 150 dm² Oberfl. 2 Ankochapparate für Farbe 1 Lufterhitzer für Entnebelung 1 kleiner Leviathan	1920 1200 965 490 100 245 60		3 3 2,5 1 0,5 6	9 9 15 10 17 11						
		4 900	122 500	245	Zusammen		4980	16		71		50		6 000	6
5.	Karbonisation				a) von Stücken, Maschine mittlerer Größe b) „ Wolle, „ „ „				17 5						
		800	20 000	40	Zusammen					22		25		1 000	1
6.	Trocknerei				3 Zentrifugen 6-geschossiger Simplextrockner 1 Wolltrockner (Jahr)				12 3 3						
					Zusammen		200			18		25		300	0,3
7.	Reißerei	1 200	30 000	60	1 Trossette 9 Reißwölfe				5 54						
					Zusammen					59		25		2 000	2
8.	Wolferei				4 Wölfe					20		25		1 000	1
	E {	2 700	67 500		4 Satz Krempel zu je 2 1 Schleifmaschine Wollförderanlage s. 2c				40 0,5				4×8 je 32 HK 1×32 HK	1 200 40	

			2 460	61 500		1 Schleifmaschine		0,5			1×32 HK	40	
		IV				2 Satz Krempel zu je 3		30			2×8 je 32 HK	600	
			2 500	62 500		4 Selfaktoren zu je 400 Spindeln		32		50		7 500	
			12 580	314 500	630	Zusammen			279			13 360	rd.13,5
10.	Altes Spinnerei-gebäude	E	2 630	66 000		6 Selfaktoren zu je 350 Spindeln		36		50		7 500	
		I	2 430	61 000		8 „ „ „ 350 „		50		50		7 500	
		II	2 430	61 000		8 „ „ „ 350 „		50		50		7 500	
		III				8 „ „ „ 350 „		50					
			2 430	61 000		4 Spulmaschinen		4		50		7 500	
			9 920	249 000	498	Zusammen			190			30 000	30
11.	Schlosserei					1 Leitspindeldrehbank, 180×1500		2,5		50	2 je 50 HK	120	
											1 „ 32 „	40	
						1 Mechanikerdrehbank		1			1 „ 32 „	40	
						1 Bohrmaschine bis 30 mm Loch-Dmr.		3			1 „ 32 „	40	
						1 Tischbohrmaschine		0,3			1 „ 32 „	40	
						1 Shapingmaschine		2			1 „ 32 „	40	
						1 Schmiedefeuer		0,2					
			2 000	50 000	100	Zusammen			9			320	0,3
12.	Wohlfahrtsanlagen					Ankleideräume					10 je 32 HK	400	
						Klosettanlagen					10 „ 32 „	400	
						Feuerlöschanschlüsse							
						Zusammen						800	0,8
13.	Tischlerei					1 vereinigte Bandsäge mit Fräse							
						1 „ Abrichtmaschine mit Kreissäge und Langlochbohrmaschine							
						Zusammen			9				
					1573	Zusammen	5180	rd. 700					56,9
						bei Betriebsfaktor 0,7:		490	360				

Gesamtbedarf: rd. 420 kW

Dampfmaschine PS	norm. dauernd	höchstens dauernd	höchste Spitzenbelastung
	550	620	700

Der neue Schrägrohrkessel mit Treppenrostfeuerung, Abb. 24 bis 26, wurde so hoch gelegt, daß der Fuchs und der Aschenkeller oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels liegen, damit durch Hochwasserstand des benachbarten Neißeflusses keine Schädigung eintreten kann.

Diese Hochlegung hatte außer der Sicherheit gegen Hochwassergefahr noch den Vorteil, daß man die Asche mit Hilfe von Aschenwagen ohne Umladen entfernen und entladen kann. Neben dem alten, auf alle Fälle nicht mehr ausreichenden Schornstein wurde ein neuer großer errichtet, nach dessen Inbetriebnahme der alte beseitigt werden konnte. Die Abmessungen des Schornsteins reichen für zwei Kessel aus.

Zum Enthärten des Wassers dient eine Wasserreinigung und für seine Benutzung zu Färbereizwecken eine Enteisenungsanlage. Gleichzeitig ist naturgemäß dafür gesorgt worden, daß das Kondensat der Dampfmaschine sowie der Abdampf, der dort entnommen wird, völlig ölfrei ist. Mit dieser Anlage wurde wieder der Beweis geliefert, daß das Waschen und Färben mit Abdampf von Kolbendampfmaschinen ohne jede Gefahr durch die Verunreinigung von Öl möglich ist, wenn die Entöler in richtiger Größe und Anzahl sowie an der richtigen Stelle angebracht sind, und wenn vor allen Dingen Vorsorge getroffen wird, daß man die Entöler alle vier bis sechs Wochen durch Parallelschaltung von Aushilfsentölern ganz gründlich reinigen kann. Während eines einjährigen Arbeitsbetriebes, dessen Ergebnisse 1925 vorlagen, ist auch nicht die leiseste Störung durch Verschmutzung des Färbereiwassers eingetreten. Die Befürchtungen des Färbereimeisters, daß einmal der Druck des Abdampfes von nur 1½ at nicht ausreichen würde, dann, daß die Benutzung des Wassers wegen der Verölung überhaupt nicht möglich sei, haben sich nicht bewahrheitet.

Zahlentafel 2 zeigt die Dampf- und Kraftverteilung der Fabrik B. Da die Verhältnisse für die Abdampfverwertung hier sehr günstig lagen, insofern als dem verhältnismäßig großen mechanischen Leistungsbedarf (Spinnerei, Reißerei, Krempelei) ein dauernder großer Dampfbedarf gegenübersteht (Trocknerei, Färberei, Karbonisation), so ist nur noch eine Betrachtung darüber anzustellen, wie man der mit der Jahreszeit wechselnden Dampfentnahme für Heizung, Färbe- und Waschzwecke begegnet. Die Aufstellung für den

Abb. 27 bis 29
Rohrplan der Anlage für Warmwasserspeicherung

a Warmwasserbehälter
b Warmwasser
c Speisewasser
d Pumpe
e Reinwasser
f Frischdampf
g Frischdampf zur Maschine
h Abdampf von der Maschine
i Verteiler
k Verbrauchdampf
l Dampf zum Warmwasserbehälter
m Auspuff
n Kaltwasser
o Dampf

Kraftbedarf führte zur Wahl der Abdampfmaschine von 650 PS Dauerleistung bei 15 at Anfangs- und 1,5 at Enddruck.

Ich habe mich, trotz der recht eingehenden Angaben der Elektrofirmen über den Kraftbedarf der verschiedenen in Textilfabriken notwendigen Maschinen entschlossen, auf Grund eigener Erfahrungen und Versuche wesentlich andre Zahlen zugrunde zu legen, mit dem Ergebnis (vergl. oben), daß die Fabrik B, obwohl sie im Jahre 1925 anfänglich nur zu ⅔ belastet war, mit einem $\cos \varphi = 0{,}75$ arbeitete, der bei steigender Belastung auf bereits 0,81 anstieg, und zwar ohne die Benutzung von Motoren mit Ausgleichwicklung, so daß wir ständig mit sehr ständig günstigen Stromverhältnissen rechnen können.

Aus der mechanischen Belastung der Maschinen ergab sich die verfügbare Abdampfmenge, die im vorliegenden Falle zeitweise, d. i. bei normalem Betriebe, die entnommene Dampfmenge übersteigt, während sie früh morgens bei der Dampfentnahmespitze nicht ausreicht. Damit ergab sich die Notwendigkeit der Dampfregelung, und es lag nahe, zu einem Wärmespeicher z. B. nach Ruths zu greifen, um das Abblasen des Dampfkessels zu bestimmten Zeiten am Vor- und Nachmittage, wenn die Färberei wenig oder keinen Dampf mehr verbraucht, zu verhüten. Mit Rücksicht auf die Kostspieligkeit eines Wärmedampfspeichers aber und mit Rücksicht auf den Umstand, daß es sich weniger um Dampfverbrauch als um Warmwasserverbrauch handelt, und daß dieser Warmwasserverbrauch in der Hauptsache in den frühen Morgenstunden und in d... unmittelbar nach der Mittagspause eintritt, wu... Warmwassergefäß aufgestellt, das aus einem alten ... denen Kessel von 40 m³ Inhalt bestand, der noch ei... triebsdruck von 2 at zuließ, Abb. 27 bis 29 und 3...

In das Wasser des Kessels wird die übersc... Dampfmenge hineingeleitet; sie wärmt es auf etwa 90 ° an. Dieses Warmwasser wird dann na... darf in die Färberei geleitet und zum Ansetz... „Flotte“, die nicht über 45 ° warm sein darf, morg... mittags benutzt. Damit kann man sämtliche 8 bis ... tiche ohne Dampfzusatz sofort und gleichzeitig mit ... wasser füllen, ohne daß man an der Kesselanlage ... etwas merkt. Dann wird der entölte Gegendruc... von 1½ at unmittelbar in die Bottiche geleitet u... Wasser zum Kochen gebracht. Sobald die Kochtem... erreicht ist, wird durch Drosseln des Zufü... ventiles der Druck verringert, mit dem sich die ... druckmaschine gewissermaßen von selbst abfindet, ... das Gleichgewicht zwischen mechanischer Leistu... Dampfbedarf hergestellt. Dieser Betrieb arbeitet st... frei und überaus billig.

Die Sohle der Einzylinder-Heißdampfmaschine ... wieder so hoch gelegt, daß auch der höchste Grund... stand der Grundmauer nicht schaden konnte.

Mit der Maschine gekuppelt ist ein Außenpo... erzeuger für Drehstrom von 380/220 V Spannun...

ormatorenanlage liegt im Maschinenhaus, und zwar n sich die Transformatoren im Kellergeschoß, und die nlage darüber in einem Zwischengeschoß. Beide sind durch eine Treppe zugänglich. Der Dampf- r, von dem Dampf mit Drücken von 15,5 und 1,5 at elieben von den verschiedenen Arbeitsgebieten ent- n werden kann, ist im Maschinenhaus unter dauern- fsicht des Wärters angebracht. Eine Zwischenstufe t ist für die Karbonisation notwendig und wird mit ines Druckminderventiles aus dem Hochdruckdampf at erhalten.

e ganze Anlage ist seit 1924 bis heute in vollem sfreiem Betrieb.

Schlußbemerkung

e Schilderung der ausgeführten Umbauten beweist, möglich ist, unter Aufwand erheblicher und liebe- Arbeit aus einem sehr alten, infolge der nicht in che selbst liegenden Entwicklung verbauten Unter- n mit unregelmäßigen, sprunghaften Transportwegen hlecht angeordneten Maschinen trotz der Mehrge- auten mitten in einer Stadt, in der die Ausdehnungs- eit überaus beschränkt ist, durch geeignete Ver- ungen, Zwischenbauten und Einfügungen eine fließende Fertigung zu schaffen, die in einem richtigen Zwanglauf unter kürzesten Wegen bei äußerster Schonung der Werkstoffe auf die angestrebte Wirtschaftlichkeit der ganzen Einrichtung hinwirken muß. [B 413]

RZ 413 Z 27

Abb. 30
Warmwasserbehälter

ere Blockwalzwerke und Trägerstraßen der Carnegie Steel Co.

eben veraltete Walzenstraßen der Homestead Steel der Carnegie Steel Co. sind durch eine neue An- bestehend aus einem Blockwalzwerk mit Walzen von m Dmr., einer Vorstrecke mit Walzen von 915 mm und einer 710/810 mm-Fertigstraße ersetzt worden. iesen Strecken sollen alle normalen Winkel von 150 mm bis zu Trägern und U-Eisen bis zu N.-P. 60 t werden. Hierzu werden Blöcke im Gewicht von s 5,4 t verwendet.

as Blockwalzwerk wird durch einen Umkehrmotor von S bei 50 Uml./min angetrieben. Das höchste Dreh- t beträgt 276 000 mkg. Der Motor erhält Gleich- von einem Umformersatz, der aus einem Drehstrom- ionsmotor von 5000 PS bei 6600 V, einem 45 t- ngrad und zwei parallel geschalteten Stromerzeugern 00 kW bei 700 V und 368 Uml./min besteht.

e Blockschere wird durch einen Induktionsmotor von bei 220 V angetrieben. Nach dem Schneiden kommen cke in Wärmöfen, um dann zur Vorstrecke mit Walzen 5 mm Dmr. zu gehen. Die Vorstrecke besteht aus Duo-Umkehrwalzwerk, das durch einen Gleichstrom- für 5000 V angetrieben wird. Der Umformersatz für Antrieb besteht aus einem Induktionsmotor von S, einem 45 t Schwungrad und zwei parallel geschal- Stromerzeugern von insgesamt 2100 kW bei 700 V und nl./min.

ach dem Auswalzen geht die Bramme zu fahrbaren ischen, mit denen die vier Gerüste der 710/810 mm- recke mit je drei Walzen bedient werden. Das Walz- wird von einem Drehstrom-Induktionsmotor von S bei 6600 V und 98 Uml./min angetrieben. Zwischen ammwalzengerüst und dem Motor befindet sich ein ngrad von 34,6 t und 8,38 m Dmr. Die gewalzten werden durch eine Warmsäge geschnitten, die von 250 PS-Motor angetrieben wird.

rallel zu dieser Anlage liegt das größte Blockwalz- das je gebaut ist, mit Walzen von 1370 mm Dmr. Die von 5,4 bis 13,6 t Gewicht werden in Brammen alzt, um Träger, Brammen für die Blechwalzwerke undstäbe daraus zu fertigen. Das Walzwerk wird nem Umkehrmotor von der gewaltigen Leistung von bei 40 Uml./min und einem höchsten Drehmoment 000 mkg angetrieben. Der Umformersatz besteht aus Antriebmotor von 5000 PS, einem 68 t-Schwungrad ei Stromerzeugern von insgesamt 3500 kW bei 700 V 8 Uml./min, die parallel arbeiten.

ei Mann bedienen die Haupt- und Nebenantriebe des rks in gleicher Weise wie bei dem 1120 mm-Block- rk. Die gewalzten Rundstäbe werden auf einer be- n Schere in Scheiben zum Auswalzen für Räder ge- n. Die warmen Brammen gehen unmittelbar zum n-Vorgerüst, wo sie einige Stiche empfangen, um eich weiter zur 1320 mm-Mittelstrecke zu gehen, wo icke auf fast den fertigen Querschnitt ausgewalzt werden, um dann endlich zum Fertiggerüst zu gehen. Die fertigen Träger werden auf Länge geschnitten und auf Lager gelegt.

Die Vor- und Mittelstrecken sind einander gleich, indem sie beide aus je einem Kant- und einem Hauptgerüst bestehen mit wagerechten und senkrechten Walzen. Die Kantgerüste werden von je einem Umkehrmotor von 2000 PS bei 57/163 Uml./min und die Hauptgerüste von einem Umkehrmotor von 7000 PS und 50/80 Uml./min angetrieben. Beide Motoren erhalten Gleichstrom aus einem Umformersatz von 6000 kW bei 7000 V. Das Fertiggerüst wird von einem dreiphasigen Induktionsmotor von 4000 PS bei 6000 V und 83 Uml./min angetrieben und hat wagerechte und senkrechte Walzen und ein nicht verstellbares Kaliber. Die Anlage ist mit 61 Kranen für Leistungen von 5 bis 275 t ausgerüstet. [N 649]

Amberg, Oberpfalz H. Illies

The Iron Age" Bd. 119 (1927) S. 1815.

Kleindampfturbine mit zwei Geschwindigkeitsstufen

Gelegentlich der Schiffs-, Ingenieur- und Maschinen-Ausstellung in der Olympia-Halle zu London führte die Firma Scott & Hodgson, Manchester, eine einstufige Kleindampfturbine mit radialer Dampfströmung vor, die sich namentlich auch dazu eignen soll, z. B. in Textilfabriken ölhaltigen Abdampf von Kolbenmaschinen auszunutzen und als ölfreien Heizdampf weiterzuliefern. Die Turbine hat ein einziges Laufrad; dieses ist am Umfang mit Schaufeln versehen, die aus einer Hauptdüse und einer Überlastdüse beaufschlagt werden, und trägt an einer Seite zwei Umleitkanäle, die den einmal im Schaufelkranz ausgenutzten Dampf an einer andern Stelle in entgegengesetzter Richtung wieder diesem Schaufelkranz zuführen, so daß er noch einmal ausgenutzt wird, bevor er das Gehäuse verläßt. Die Turbine wird schon für 0,5 PS Leistung bei 2000 Uml./min für Dampf von nicht mehr als ¼ at Überdruck zum Antrieb von Gasgebläsen gebaut; sie braucht vor dem Anlassen nicht angewärmt zu werden. („Engineering" 30. September 1927 S. 422/23*)
[N 893 a] H.

Metallwaschmaschine

In den Werken der Oakland Motor Car Co., Pontiac, Michigan, ist eine Metallwaschmaschine zum Waschen und Abspülen von Kraftwagenteilen, die in den mechanischen Werkstätten fertig bearbeitet sind und einen Farbenanstrich erhalten sollen, von der Firma Detroit Sheet Metal Works, Detroit, aufgestellt worden. Die Werkstücke werden an eine Einschienen-Kettenbahn angehängt, deren Geschwindigkeit nach der Zahl der täglich fertiggestellten Wagen geregelt wird. Die einzelnen Teile durchlaufen in der Waschmaschine drei Stufen, und zwar eine Waschvorrichtung und zwei Abspülvorrichtungen, die je 4,8 m^3/min Wasser verbrauchen. Mittels einer Kreiselpumpe wird das Waschwasser, nachdem es gereinigt ist, den Vorrichtungen wieder zugeführt. Unmittelbar an die Metallwaschmaschine ist ein Trockenofen angebaut. Täglich können Teile für 800 bis 1000 Kraftwagen gereinigt werden. („The Iron Age" 22. September 1927 S. 788*) [N 893 d] Gw.

Die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart seit 1906[1])

Von R. Baumann und O. Graf, Stuttgart

Beziehungen der Materialprüfungsanstalt und ihres Gründers zum Verein deutscher Ingenieure — Kurze Beschreibung der seit 1906 geschaffenen Einrichtungen der Materialprüfungsanstalt — Arbeitsweise in der Anstalt (Unterricht, Forschung, Unfalluntersuchung usw.)

Hierzu Textblatt 11 und 12

Am 17. November 1907 hat C. Bach, Ehrenvorsitzender des Württembergischen Bezirksvereines, über die Verlegung der Materialprüfungsanstalt aus dem Hauptgebäude der Hochschule nach ihrem jetzigen Standort berichtet[2]); er hat dabei hervorgehoben, daß sein Wunsch, die Materialprüfungsanstalt zu fördern, vom Ingenieur-Verein bereits bei ihrer Errichtung vor 45 Jahren tatkräftig unterstützt worden ist. Wer jenen Vortrag gehört hat oder ihn wieder liest, wird an eine Zeit besonders fruchtbarer Zusammenarbeit zwischen Ingenieur-Verein und Materialprüfungsanstalt erinnert. Wir finden dabei Anregungen und Wünsche, die noch gelten und die sich heute im Hauptverein verstärkt

C. Bach 1927
(von Prof. Janssen)

und bereichert auswirken
wir zum 80. Geburtstag
die Entwicklung der Mate
fungsanstalt verfolgen, di
1922 geleitet hat, so ist di
nach nicht bloß ein da
Gedenken für den Gründ
dern auch die Erinner
seine Arbeiten, an Aufga
Leistungen des Vereins, a
er in so hervorragende
Teil hat, auch ein Mah
Vereins zu neuer tatkräft
beit im Hinblick auf das
sern Meistern Errunge

Im Jahre 1906 bezog
stalt die in Abb. 2 und A
sichtlichen Gebäude,
Abb. 1 den Umfang von 1
Abb. 3 den heutigen Zust
gen. In der Mitte liegt d
Versuchshalle I, Abb. 5[2a]
sich die Halle II, Abb. 6,
weise für Versuche mit
in hohen Temperaturen b
anschließt. Halle II enth
die Pumpen und den Ak
tor für Drucköl. Links vo
lag die mechanische W
die jetzt Versuchsraum g
ist; unter dieser ehe
Werkstatt sind zwei Erdgeschoßräume geplant.
von Halle I liegt das Verwaltungsgebäude mit den
räumen der Ingenieure; ferner sind hier die Räu
Metallographie, sowie für die Prüfung von Zemen
und Traß untergebracht.

Schon kurz nach der Inbetriebnahme waren n
fangreiche Arbeiten auf dem Gebiete des Bauwes
zunehmen, für die neuer Raum nötig war. 191
deshalb eine Werkstatt an der Poststraße e
werden, Halle V, Abb. 3. Auch war eine große M
zur Prüfung von Decken und Trägern bis 6 m A
entfernung und Belastungen bis 160 000 kg
schaffen[3]). Diese Maschine, Abb. 7, ist mit eini
gänzungen im Laufe der Zeit eine viel benut

[1]) Vorgetragen von O. Graf am 22. März 1927 im Württembergischen Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure anläßlich des 80. Geburtstags von C. Bach, für den erkrankten Vorstand R. Baumann.

[2]) Vergl. Z. Bd. 52 (1908) S. 241.

[2a]) s. Textblatt 11 mit Abb. 5, 6 und 8; Textblatt 12 enth
und 10 bis 14.

[3]) Vergl. Heft 30 des Deutschen Ausschusses für Eisenb

Abb. 1 Umfang der Räume von 1884 im Keller des Hochschulgebäudes

Abb. 2 Umfang der Räume von 1905 im eigenen Neubau

Abb. 3 Jetziger Zustand

Abb. 1 bis 3. Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Techn. Hochschule Stuttgart

B Gebäude zur Erforschung der Widerstandfähigkeit der Baustoffe bei hohen Temperaturen
K Kühlraum unter dem Hof
St Haus zur Prüfung von Straßendecken
W Neue Werkstatt
I Große Versuchshalle
II Versuche bei höherer Temperatur
III Große Versuchsmaschinen
IV Dauerversuche
V Herstellung von Betonkörpern usf.

Abb. 4
Außenansicht der Materialprüfungsanstalt im Jah

Baumann und Graf:
Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart

Abb. 5
Große Versuchshalle I

Abb. 6
Halle II für Versuche mit Metallen in hohen Temperaturen

Abb. 8
Zugmaschine für 500 t Zugkraft

Baumann und Graf:
Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart

Abb. 12 (rechts)
Maschine zur
Feststellung der
Bearbeitbarkeit
der Metalle

Abb. 7
Maschine zur Prüfung von Decken und Trägern bis 6 m
Auflagerentfernung und 160 000 kg Belastung

Abb. 10
Maschine zur Feststellung des Verhaltens von Baustoffen bei oftmals wiederholter Druckbelastung

Abb. 11
Maschine zur Ermittlung der Schwingungsfestigk
von Metallen

Abb. 13. Maschine für die Bearbeitung
von Natursteinen

Abb. 14
Versuchseinrichtung zur Prüfung von Straßendecken

Abb. 9. Mechanische Werkstätte

ıg geworden, weil man mit ihr die Bauteile unter erschiedenartigen Verhältnissen untersuchen kann. Ausdehnung gewannen die metallographischen uchungen[4]); sie können in bedeutendem Umfang en werden.

ben der allgemeinen Tätigkeit war für die Ausung mit kleinen Einrichtungen Sorge zu tragen. ‹i uns entstandenen und inzwischen vielfach einten Kraftmesser[5]) haben an andern Stellen zur ıng verwandter Einrichtungen Anlaß gegeben.

wenigen Jahren wurde der Raumbedarf so groß, ıe neue Erweiterung der Anstalt nicht zu umgehen Bei Kriegsausbruch waren die Vorarbeiten für eine ende Vergrößerung eingeleitet worden; sie mußten ochen werden. Zunächst hat das Ingenieur-Larium der Technischen Hochschule einige Nebenzur Verfügung gestellt, um den dringendsten Bessen entsprechen zu können. Im Jahre 1922 wurde III, Abb. 3, auf Antrag von Bach als Notstandserrichtet. Halle III ist höher als die älteren ; sie ist für besonders schwere Maschinen beund hat deshalb einen Laufkran für 12 500 kg aft mit elektrischem Hubwerk, dessen Beschafıit den vom Staat bewilligten bescheidenen Mitteln eutter von der Firma Deutsche Maschinenfabrik ermöglichte. In jüngster Zeit konnte in dieser eine Zugmaschine für 500 000 kg Zugkraft aufwerden, Abb. 8. Ihre Aufstellung ist nach jahre-Sammlung durch das verständnisvolle Eintreten heimrat Dr. Lippart und mit vielen Sachstifaus der Industrie seitens der Materialprüfungsmöglich geworden. Die Halle III enthält ferner t-Maschine für genaueste Kraftmessungen.

der gleichen Halle haben wir bis jetzt noch das nent für eine große Druckmaschine, da die vore Presse zwar für Knickversuche viel gebraucht bis 9,5 m Höhe)[6]), hinsichtlich der Kraftäußerung hon längst nicht mehr genügt.

1923 hat Emil Kübler unter dem Hof der Anstalt einen stattlichen Kühlraum errichten lassen, *K*, Abb. 3. Die Maschinenfabrik Eßlingen stiftete die zugehörigen maschinellen Einrichtungen. Infolge der Erweiterung können umfassende Versuche über das Verhalten von Werkstoffen in niedriger Temperatur ausgeführt werden; inzwischen sind damit wertvolle Feststellungen gemacht worden[7]).

1924 war der Vorstand der Anstalt genötigt, den Bau einer neuen Werkstatt zu beantragen; sie ist an der Cannstatter Straße errichtet, *W*, Abb. 3, und schließt sich über eine Brücke an das alte Hauptgebäude an. Das neue Werkstattgebäude enthält im Erdgeschoß die Transformatorenanlage nebst Schalttafel, sowie die mechanische Werkstätte, Abb. 9. Trotz der schweren Zeit ist es gelungen, die Einrichtung ohne staatliche Beihilfe zu vollenden, unter entgegenkommender Hilfe der Industrie. U. a. erhielten wir einen Transformator zum Anschluß an das städtische Hochspannungsnetz von der Firma A. Thyssen, Mülheim a. d. Ruhr, 30 m Kugellagertransmission nebst Riemenscheibe von der Firma SKF-Norma, Berlin, eine große Kaltsäge von der Firma Gustav Wagner, Reutlingen, eine große Drehbank von der Firma Gebr. Böhringer, Göppingen, eine Shapingmaschine von der Firma Dr. Morgenstern, Fürth, elektrische Einrichtungen von der Firma Reißer, Elektrizitäts-A.-G., Stuttgart, und der Maschinenfabrik Eßlingen. Im Obergeschoß sind hauptsächlich die Einrichtungen zum Glühen, Härten und Schmelzen von Metallen untergebracht; durch die hier befindlichen Einrichtungen, hauptsächlich vom Gaswerk der Stadt Stuttgart, Dr.-Ing. E. h. Otto Dick, Eßlingen, der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen, und den Siemens-Schuckert-Werken gestiftet, wurde das Gebiet der Metalluntersuchung wesentlich gefördert.

Nach Fertigstellung der neuen Werkstatt wurde die alte frei für neue Einrichtungen und für solche, die in der großen Versuchshalle I wenig zugänglich aufgestellt waren. In der Hauptsache wird sie Einrichtungen für die Prüfung von Werkstoffen bei oftmals wiederholter Belastung aufnehmen. Einen Teil dieser Einrichtungen zeigen Abb. 10 und 11. Sodann ist hier eine neue Maschine

. Bach und R. Baumann, Festigkeitseigenschaften und lder, 2. Auflage; Berlin 1921.

. Bach und R. Baumann, Elastizität und Festigkeit, § 8; 24; Bach und Graf, Heft 44 des Deutschen Ausschusses für on.

. Bach, Z. Bd. 57 (1913) S. 1969.

[7]) Vergl. Graf, Heft 57 des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

zur Feststellung der Bearbeitbarkeit der Metalle aufgestellt, Abb. 12. Neben der Halle IV ist die Werkstatt für die Bearbeitung von Natursteinen neu eingerichtet worden, Abb. 13. Auch befindet sich dort ein Kompressor, von Dr.-Ing. Roser und Dir. Bätzner gestiftet, der neue Arbeitsmöglichkeiten schafft.

So war über die Räume bereits bei ihrer Bereitstellung wieder verfügt. Für weitere Aufgaben mußten neue Räume gefunden werden. Die Entwicklung des Straßenverkehrs ließ bereits vor Jahren die Aufnahme von Straßenprüfungen wünschenswert erscheinen. Dank der Unterstützung durch das Ministerium des Innern, durch die Stadt Stuttgart und vor allem durch die Beihilfe von Ludwig Bauer, Stuttgart, und Karl Kälble, Backnang, ist es gelungen, eine Einrichtung zur Prüfung der Straßendecken zu erhalten, u. W. als erste derartige auf dem Kontinent. Abb. 14 zeigt das Innere des Hauses, *St* in Abb. 3, mit der Versuchseinrichtung. Wir pflegen damit die Forschung auf dem Gebiete des Straßenbaues in Fortsetzung der vielen Versuche mit Straßenbaustoffen, die Bach seit Gründung der Anstalt durchgeführt hat.

Kurze Zeit darauf ging ein weiterer alter Wunsch in Erfüllung durch Errichtung des Gebäudes *B*, Abb. 3, das der Erforschung der Widerstandfähigkeit der Baustoffe bei Einwirkung hoher Temperaturen gewidmet ist. Seit mehr als einem Jahrzehnt war die Anstalt bestrebt, eine Einrichtung zur Untersuchung von Bauteilen und Gebäuden im Feuer zu erlangen, die weniger unvollkommen war als das bisher Übliche. Es war ein besonderes Bauwerk nötig. Die Gebäudebrand-Versicherungsanstalt (Präsident Dr. Scheurlen, Oberbaurat Burger), mehrere Feuerversicherungsgesellschaften, die württembergischen Ministerien und die Stadt Stuttgart, vor allem Dr. Freytag, Frankfurt a. M., haben uns die Schaffung des Gebäudes und seiner Einrichtung ermöglicht.

Aus der Schilderung der räumlichen Entwicklung ist zu entnehmen, daß die Inanspruchnahme der Anstalt außerordentlich gewachsen ist. Auf allen Arbeitsgebieten waren Erweiterungen nötig, und die Arbeitsverfahren mußten vertieft werden. Daß dieses Vorgehen richtig war, finden wir durch die rasch wachsende Beanspruchung mit schwierigen Aufgaben bestätigt. Die zahlreichen kleinen Aufträge zur Untersuchung von Werkstoffen als Hilfsmittel der laufenden Werkstoffabnahme sind stetig gewachsen; noch bedeutend mehr gesteigert haben sich die Aufgaben, die bei der Einführung neuer Stoffe auftreten, namentlich durch Verfolgung von Eigenschaften, die in den Abnahmevorschriften noch nicht genannt sind oder waren. Für zahlreiche Stoffe sind Prüfverfahren entwickelt worden, die bei der Aufstellung von Normen zur Verfügung gestellt werden konnten.

Eine große Bedeutung hat die Feststellung der Ursachen von Schadenfällen auf allen Gebieten gewonnen, ferner die Beratung in der Wahl und der Behandlung der Werkstoffe für neue Konstruktionen und namentlich für neue Bauwerke, auch Bearbeitungs- und Verarbeitungsfragen sind wichtig geworden.

Ein anderes lehrreiches Bild der Entwicklung der Anstalt zeigt Abb. 15. 1884 begann der Gründer der Anstalt mit einer Hilfskraft. 1905 waren 10 Personen tätig, 1914 schon 37. Infolge des Krieges und der Geldentwertung senkte sich die Zahl der Arbeitskräfte vorübergehend. Ende 1926 arbeiteten 59 Personen in der Anstalt, heute sind es 64. Der Auftragbestand ist derart, daß wir mit einer weiteren Vermehrung rechnen müssen, wobei uns die Beschaffung der Arbeitsplätze für die Ingenieure große Sorge macht.

Soweit bis jetzt die Tätigkeit der Anstalt zu schildern war, geschah dies hinsichtlich der Arbeit für Industrie und Handwerk. Diese Tätigkeit, begleitet von einem lebhaften Erfahrungsaustausch mit den Auftraggebern, wirkt außerordentlich befruchtend auf den andern Teil unserer Tätigkeit als Unterrichtsinstitut der Technischen Hochschule. Der Unterricht ist in der Ausführung völlig getrennt von den Arbeiten für In Handwerk und Handel, sowie von den wissen lichen Arbeiten. Die Studierenden beteiligen sich an der Erledigung der Arbeiten für die Industr streng geheimgehalten werden. Grundlegend ist s schon von dem Schöpfer der Anstalt vertretene sung, daß die Studierenden alles selbst auszu haben, also Vorführung von Untersuchungen schließen ist. Für diese Arbeitsweise ist die Bildu kleinen Arbeitsgruppen nötig, früher aus drei, je vier bis acht Studierenden bestehend, die durch j Assistenten Anleitung erfahren und wöchentlich beiten. Der Unterricht bedingt eine starke spruchung der Anstaltsmittel und der Lehrer, die Unterricht zu erteilen haben[8]).

Außerdem wird möglichst oft Gelegenheit gen die in der Materialprüfungsanstalt gewonnenen E nisse der Allgemeinheit zugänglich zu machen, dies erlaubt ist, vor allem durch Kurse in der M prüfungsanstalt selbst, sodann durch Vorträge Fachvereinen. Z. B. sind im letzten Jahr zwei für Revisionsingenieure, ein Kurs für Gewerb und ein Kurs für Gießereiingenieure abgehalten w

Schließlich soll die Materialprüfungsanstalt ein schungsstätte sein. Die Aufgaben, die Anlaß zu

Abb. 15
In der Materialprüfungsanstalt tätige Arbeitskrä

schungsarbeiten geben, müssen unmittelbar den tischen Erfordernissen entspringen, wenn sie der T Nutzen bringen sollen. Die Erfordernisse zu erk geben die Arbeiten für Industrie und Handwerk, vo die Schadenfälle, Gelegenheit. Zur Durchführu Aufgaben, die sich in dieser Weise herausstelle selbstverständlich fortlaufend erhebliche Mittel nö aus Stiftungen und von den großen, wissenschaf Verbänden von Fall zu Fall unter persönlicher wortung zu erbitten sind. In einer stattlichen Rei Arbeiten zusammenfassender Art ist weiterhin die matische Ordnung der jeweils vorhandenen Ken angestrebt, ein Ziel, das sowohl für die Fortführu Forschungsarbeiten als auch für die Nutzbarmachu Ergebnisse scharf im Auge zu behalten ist.

Die Einstellung der Materialprüfungsanstalt z diesen Aufgaben ist nicht fremd. Man sieht dar überhaupt in unserer Entwicklung, ein Stück der Leistungen des Jubilars. Dem von Bach gegebene bild wird auch in Zukunft nachgeeifert werde diesem Versprechen stellen wir uns nur in die der vielen Männer, die das von Bach Errungene haben und mit seinen Erkenntnissen als Ingenie Mensch wirken wollen. Der Ingenieur-Verein will Errungene wach halten. Er tat dies durch Stiftu schönen Büste (Titelbild), die Prof. Jansse schaffen hat und die an der Materialprüfungs ihren Platz finden wird. [B

[8]) R. Baumann, Unterricht im Materialprüfungswesen, (1926) S. 13.

Ein neuer Schallmesser für die Praxis

Von H. B a r k h a u s e n, Dresden[1])

raktischer Wert der Schallmessung. Großer Unterschied zwischen physikalischer und physiologischer Lautstärke, von denen raktisch allein die letztere wichtig ist. Der neue Schallmesser ist ein in physiologischen Lautstärkeeinheiten geeichter Maßstab. essen durch Vergleich mit beiden Ohren. Es gibt noch kein Maßsystem; Vorschläge dafür. Schwellwerteinheit. Wien- und Phon-Skala. Anwendungsbeispiele.

ht und Schall gehören schon seit undenklichen Zeiten zu den für den Menschen wichtigsten Din- gen. Eine eigentliche Licht t e c h n i k gibt es aber t wenigen Jahrzehnten, und von einer eigentlichen e c h n i k kann man auch heute noch nicht reden. doch dazu die wichtigste Voraussetzung für jede Technik: Ein Meßverfahren und eine Maßeinheit. rund dafür liegt nahe. Wir besitzen ohne alle k in unsern Augen und Ohren an sich schon vollkommene und sinnreiche Empfangsorgane cht und Schall. Und die dazu gehörige Lichtquelle uns die Sonne auch heute noch ganz umsonst in zu erreichender Mächtigkeit und Fülle, während quellen fast mit jeder Bewegung in der Natur ver- i sind, und wir außerdem noch selbst im Kehlkopf nen recht kräftigen und modulationsfähigen Schall- verfügen.

ne L i c h t t e c h n i k war erst erforderlich, als r weiteren Entwicklung der rastlosen Menschheit ie Nacht durch künstliche Lichtquellen zum Tage t werden mußte. Zur S c h a l l t e c h n i k treibt die entgegengesetzte Forderung, die Unruhe des und der immer mehr zum Tage werdenden Nacht zu n. Die wichtigste Aufgabe einer modernen Schall- ist also, die vielen unbeabsichtigt entstehenden Ge- e messend zu untersuchen und auf ein von Fall zu stzulegendes erträgliches Maß zu dämpfen. Weiter s aber auch immer wichtiger, die vielen absichtlich nalzwecken erzeugten Töne bezüglich ihrer Laut- zahlenmäßig zu kennzeichnen, damit man jeweils eignete Lautstärke vorschreiben kann. Auch ist ine Verbesserung an diesen Geräten erst dann bar, wenn sie zahlenmäßig angegeben werden Es besteht daher zweifellos ein Bedürfnis nach Gerät, das die Lautstärke beliebiger Töne oder sche zu messen gestattet.

n bequemsten dazu wäre ein Gerät, das an einem unmittelbar die Lautstärke des Schalles abzulesen te. Das würde zunächst wegen der außerordent- eringen Schall-Energie Schwierigkeiten machen, er mit Verstärkern wohl zu überwinden wären. ein solches Gerät besäße praktisch nur eine beschränkte Bedeutung; denn jedes Gerät kann erständlich nur durch die physikalische Lautstärke, öße der Luftdruckschwankungen, betätigt werden. vir aber praktisch messen wollen, ist die physio- e Lautstärke, wie laut uns der Schall erscheint, er unser Ohr trifft. Beide Größen laufen aber us nicht parallel, ja, es besteht zwischen ihnen upt kein eindeutiger Zusammenhang. Ein einfacher h möge dies erläutern. Schaltet man einen Laut- r und einen elektrischen Strommesser hinterein- so daß der Ausschlag am Strommesser nahezu ver- gleich der physikalischen Lautstärke ist, und schickt nächst durch beide Geräte einen Wechselstrom von *tz*, so schlägt der Strommesser über den ganzen eich aus, aber man hört nur ein ganz leises Brum- Schickt man jetzt einen viel schwächeren Wechsel- aber von andrer Frequenz, nämlich von 500 *Hertz*, h, so rührt sich der Zeiger am Strommesser kaum n hört doch einen recht lauten Ton.

ese Erscheinungen sind zuerst von Max W i e n[1a]) r untersucht worden. Er fand, daß die Töne von) *Hertz* physiologisch am wirksamsten sind, daß die mkeit sowohl in Richtung der tieferen, als auch eren Töne zunächst langsam, dann schneller ab- nimmt. Die ganz tiefen Töne von 50 *Hertz* sind 10 000 mal so wenig wirksam! Wien ermittelte dies aus Schwell- wertmessungen, indem er für verschiedene Frequenzen die Stromstärke im Kopfhörer bestimmte, die gerade eben noch hörbar war. Seine Ergebnisse gelten aber auch für beliebige Lautstärken. Denn wenn man zwei beliebige Töne oder Geräusche vom Schwellwert aus um gleich viel steigert, so bleiben sie für unsre Empfindung stets gleich laut[2]).

Man muß also streng zwischen der physikalischen und der physiologischen Lautstärke unterscheiden. Praktisch wichtig ist im allgemeinen nur die letztere. Soll daher ein von der physikalischen Lautstärke betätigtes Gerät die physiologische Lautstärke anzeigen, so muß es in sich einen Umrechnungsfaktor enthalten, der die physiologischen Eigenschaften des menschlichen Ohres wiedergibt, die bei der Lautstärkenempfindung mitwirken. Dieser Umrechnungsfaktor ist aber bei nicht ganz reinen Tönen und noch viel mehr bei unregelmäßigen Geräuschen, mit denen wir es in der Praxis hauptsächlich zu tun haben, eine sehr verwickelte Funktion, deren genauere Erforschung überhaupt erst kürzlich für einige Sonderfälle gelungen ist[3]).

Die Verhältnisse sind dieselben, wie bei der Lichtmessung. Auch unser Auge empfindet Licht von gleicher physikalischer Stärke als sehr hell, wenn es gelb ist, dagegen wesentlich dunkler, wenn sich die Farbe dem ultraroten oder dem ultravioletten Ende des Spektrums nähert. Man kann auch in der Lichttechnik, besonders wenn es sich um verschiedenfarbiges Licht handelt, keine physikalisch anzeigenden Instrumente verwenden, sondern vergleicht im Helligkeitsmesser unmittelbar mit dem Auge die zu messende Lichtquelle mit einer zweiten Lichtquelle, die genau geeicht ist und auf gleiche physiologische Helligkeit eingestellt wird.

Genau dasselbe Verfahren führt nun auch in der Schalltechnik zum Ziele. Sorgfältige Messungen mit Telephonströmen[3]) haben ergeben, daß man mit dem Ohr sehr gut ganz verschiedenartige Schallquellen bezüglich ihrer Lautstärke miteinander vergleichen kann und daß man genau dieselben Lautstärken erhält, als wenn man nach der Schwellwertmethode mißt. Beim Verändern des Vergleichtones findet man ohne weiteres einen Bereich, wo der Vergleichton bestimmt lauter und einen zweiten, wo er bestimmt leiser ist als der zu messende Schall. Nach einigem Probieren ergibt sich, daß diese Bereiche ziemlich eng aneinander stoßen, so daß die Lautstärkengleichheit ziemlich scharf festgelegt werden kann.

Man kann sogar zwei Schallquellen auch dann ganz gut bezüglich ihrer Lautstärke vergleichen, wenn die eine ausschließlich auf das linke, die andre auf das rechte Ohr einwirkt. Daraus ergibt sich ein sehr einfaches Meßgerät, der S c h a l l m e s s e r. Man läßt den zu messenden Schall frei auf das eine Ohr einwirken, während man dem andern Ohr durch einen Kopfhörer einen Schall von veränderlicher, genau geeichter Lautstärke zuführt. Der letztere ist durch immer engeres Eingrenzen so einzustellen, daß er eben so laut erscheint wie der zu messende Schall. Selbst bei etwas verschiedener Empfindlichkeit beider Ohren bleibt die Messung anscheinend noch einwandfrei, weil man ja im täglichen Leben dauernd eine Schallquelle mit beiden Ohren hört und unbewußt beide Eindrücke vergleicht. Der Fehler im Ohr wird dadurch ausgeglichen. Solange hierüber aber noch keine weiteren

orgetragen im Dresdner Elektrotechnischen Verein.

M. W i e n: Über die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres verschiedener Höhe, Verhandlungen d. Ges. Deutscher Natur- u. Ärzte. 73. Vers. II. T. 1. H. S. 28.

[2]) Vergl. B a r k h a u s e n u. T i s c h n e r, Die Lautstärke von zusammengesetzten Tönen und Geräuschen, Z. f. Techn. Phys. Jg. 8 (1927) S. 115.

[3]) B a r k h a u s e n u. L e w i c k i, Die Empfindlichkeit des Ohres für nicht sinusförmige Töne, Physikalische Zeitschrift Jg. 25 (1924) S. 537. Vergl. auch [2]).

Abb. 1
Schallmesser
a Glimmlampe *b* Summerunterbrecher *c* Regelwiderstand
d Meßwiderstand *e* Meßkopfhörer

Erfahrungen vorliegen, wird man zunächst gut tun, die Messung nacheinander mit dem einen und dem andern Ohr auszuführen und das Mittel aus beiden zu nehmen.

Der wichtigste Punkt des Schallmessers ist seine Eichung. Für das Meßverfahren ist die Höhe und Klangfarbe des Vergleichtones fast ganz gleichgültig, so daß man daher den Vergleichton im Kopfhörer einfach durch einen Summerunterbrecher erzeugen kann. Bei dem von der Firma Siemens & Halske auf meine Anregung hergestellten Gerät, Abb. 1, ist dieser Summer auf die mittlere Tonfrequenz $f = 800$ *Hertz* fest eingestellt. Das ist zugleich etwa die am besten hörbare Frequenz, so daß zum Antrieb eine kleine Taschenlampenbatterie genügt und doch damit die größten, für unser Ohr überhaupt noch erträglichen Lautstärken im Kopfhörer herzustellen sind. Auch macht eine kleine Änderung der Frequenz auf die Lautstärke fast nichts aus, wenn der Kopfhörer in diesem Bereich keine scharfen Resonanzlagen hat. Der Kopfhörer darf nicht ausgewechselt werden, da seine Empfindlichkeit mit in die Eichung eingeht.

Die Empfindlichkeit guter Meß-Kopfhörer bleibt jahrelang unverändert. Um Fehler infolge Nachlassens der Batterie oder des Summers auszuschließen, ist der vom Summer erzeugte Wechselstrom über einen Transformator auf eine kleine Glimmlampe mit ganz unveränderlicher Zündspannung geschaltet. Der Regelwiderstand ist so einzustellen, daß die Lampe gerade aufleuchtet. Dadurch ist das Einhalten einer gleichbleibenden Spannung und damit der geeichten Lautstärken in einfachster Weise gewährleistet. Die verschiedenen Stufen der Lautstärke werden durch einen in 15 geeichte Stufen unterteilten Meßwiderstand geregelt, wobei der Meßhörer in Spannungsteilerschaltung zu diesem Widerstand geschaltet ist, Abb. 2.

Bezeichnend für den bisherigen Stand der Schalltechnik ist das Fehlen eines Maßsystems für die physiologische Lautstärke. Für die physikalische Lautstärke gerichteter, fortschreitender Schallwellen ist das absolute Maß durch die in der Sekunde durch 1 cm² hindurchgehende Leistung oder durch die dabei in der Lu
stehenden Druckschwankungen gegeben. Man spri
her z. B. von einer Schallintensität von 1 dyn/cm².
von so kleinen Druckschwankungen — 1 dyn/cm² is
zu gleich einer milliontel Atmosphäre — wir
menschlichen Ohr schon als außerordentlich laut e
den, aber nur bei den Frequenzen, für die unser
sonders empfindlich ist.

Abb. 2
Schaltung des Schallmessers

In ähnlicher Weise wie beim Licht könnte ma
„akustische Hefnerkerze“ irgendwie festsetzen, z.
in bestimmter Weise angeblasene Orgelpfeife von be
ten Abmessungen. Deren Lautstärke in 1 m Abstan
dann die willkürlich festgesetzte physiologische
Damit sich durch die Wahl des Maßsystems jedoc
Vereinfachung ergibt, habe ich als Einheit der Lau
den Schwellwert gewählt und diese nach dem Man
die ersten, für die Schalltechnik so wichtigen Schwe
bestimmungen ausgeführt hat[4]), mit „*Wien*“ beze
Eine Lautstärke von 100 *Wien* hat dann ohne weite
Bedeutung, daß man die physikalische Lautstärke,
den Strom in einem Lautsprecher auf $^1/_{100}$ schwächen
ehe seine Wahrnehmbarkeit verschwindet. Bei de
sung nach dem Schwellwertverfahren findet man da
Lautstärke ohne alle Umrechnung unmittelbar in *W*

Gerade die Schwellwertmessungen sind freilich
mühsam und wenig genau. Die Schaffung einer „
schen Hefnerkerze“ bleibt daher immer noch se
wünscht, um einen bestimmten Eichpunkt in der
Skala genauer als den Schwellwert festzulegen.
könnte z. B. die Lautstärke eines reinen Tones d

Abb. 3 und 4
Abnahme des Schalles mit der Entfernung

quenz von 1000 *Hertz* und der physikalischen Schal
von 1 dyn/cm² = *a Wien* setzen, wobei der Zahlenwer
mal durch eine möglichst sorgfältige Messung fest
wäre.

Die der physikalischen Lautstärke entspre
Wien-Skala ist aber nur für physikalische
suchungen, Abb. 3 bis 6, zweckmäßig. Die
logische Lautstärke wächst dagegen nach dem F
schen Gesetz nur logarithmisch mit der physika
Lautstärke. Letztere muß in einer geometrischen
anwachsen, um physiologisch den Eindruck einer
mäßigen Zunahme zu erwecken. Für die meisten
tischen Zwecke ist eine derartige physiologische
zweckmäßiger, und ich habe dafür die Einheit „Ph
wählt. Da eine Verdoppelung in der *Wien*-Skala für
Empfinden nur einen gerade deutlich wahrnehmbare
stärkenunterschied bedeutet, ist ein solcher Schr

[4]) Vergl. [1]) Diese auf M. Wien zurückgehende Einheit i
Fernsprechtechnik schon längere Zeit in Verwendung. Man ve
dort auch eine der Phon-Skala entsprechende Skala in geom
Reihe, aber aus einem ganz andern Grunde, nämlich weil
die kilometrische Abnahme der Stromstärke auf langen Fer
leitungen unmittelbar dargestellt wird.

Zahlentafel 1

'hon	Musik (Geige)
0	
1	
2	pianissimo
3	
4	piano
5	
6	mezzoforte
7	
8	forte
9	
10	fortissimo
11	
12	
13	
14	
15	Schmerzempfindung

1 Phon bezeichnet worden. Zahlentafel 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der so entstandenen Phon- und der *Wien*-Skala. Der Schwellwert erhält die Bezeichnung 0 Phon, weil bei ihm die Lautstärkenempfindung ja verschwindet. In dieser so festgelegten physiologischen Skala ist der Schallmesser, Abb. 1 und 2, unmittelbar geeicht.

Die Musik hat seit altersher fünf Stufen für die Lautstärken- .nung, vergl. Zahlentafel 1. Diese entsprechen ısiologischen Skala. Sie unterscheiden sich um etwa hon. Bei Streichinstrumenten entsprechen sie etwa erten 2, 4, 6, 8 und 10 Phon. Für Blechinstrumente die Werte einige Phon höher. Die Lautstärken nstrumentes schwanken also ungefähr um 8 Phon, m Verhältnis 1 : 250. Größere Unterschiede kann fenbar mit ein und demselben Instrument nicht er-

Man kann aus dem Unterschied von 2 Phon je olgern, daß ein musikalisch geübtes Ohr imstande ıuß, allein aus dem Gedächtnis ohne jeden Ver-ɔn eine Schätzung der Lautstärke auf etwa 2 Phon vornehmen zu können. Dadurch wird natürlich ıallmesser nicht entbehrlich. Ein geschickter Mecha-kann auch Längen nach dem Augenmaß genau ab-ɪn, aber trotzdem braucht man geeichte Maßstäbe. ider ist unser Ohr für U n t e r s c h i e d e in der ırke lange nicht so empfindlich wie unser Auge. ıfacher Versuch möge dies erläutern. Man ändere abwechselndes Kurzschließen eines Vorschaltwider-ı die Stromstärke im Lautsprecher um 10 vH. Man t dann am Strommesser, wie der Zeiger herauf- und ɪrgeht, aber man hört keinen Unterschied. Erst man den Widerstand und damit den Strom um ändert, merkt man gerade eben, daß der Ton und leiser wird. 15 vH = 0,2 Phon ist etwa der e hörbare Unterschied. Dadurch ist auch die Grenze der Meßgenauigkeit bestimmt. Durch Mittelwertbildung aus mehreren Messungen kann man die Fehler etwa auf ± 7 vH = ± 0,1 Phon herabdrücken.

In Abb. 3 und 4 sind die Meßpunkte eingetragen. Sie weichen meist weniger als 7 vH von der hindurchgelegten Kurve ab. Solche Genauigkeit ist aber nur bei einiger Übung und großer, ich möchte sagen, liebevoller Hingabe an die Messung möglich. Sie wird auch wohl nur erreicht für die U n t e r s c h i e d e der Schallstärke bei nahezu gleichbleibendem Klangcharakter. Für die absolute Schallstärke wird man selbst bei Mittelwertbildung einen Fehler von mindestens 0,3 Phon = 25 vH in den Kauf nehmen müssen. Einzelne Messungen besonders bei unregelmäßigen Geräuschen und von verschiedenen Beobachtern ausgeführt, weichen oft um 1 bis 2 Phon vom Mittelwert ab. Die Genauigkeit für Absolutmessungen genügt der Praxis. Denn es hat überhaupt keinen Sinn, physiologische Lautstärken genauer messen zu wollen als man sie wahrnehmen und angeben kann.

Man beachte, daß mit dem Schallmesser stets die Lautstärke am freien Ohr gemessen wird. Die in *Wien* gemessene Lautstärke einer Schallquelle nimmt daher im Freien im gleichen Verhältnis wie die Entfernung ab. Im Zimmer tritt dagegen infolge der allseitig reflektierenden Wände von etwa 2 m ab eine gleichmäßige Raumausfüllung ein, Abb. 3. Der Abstand und die Stärke der Raumausfüllung ändern sich aber mit der Dämpfung des Zimmers. Es sind ähnliche Verhältnisse, wie sie beim Licht in der Ulbrichtschen Photometerkugel herrschen.

Viele Schallquellen sind ferner mehr oder minder gerichtet. Abb. 5 zeigt das im Freien aufgenommene Polardiagramm eines Lautsprechers. Die Richtwirkung für hohe Frequenzen ist wesentlich größer als für tiefe, ein Ergebnis, das auch theoretisch zu erwarten war. Auch das messende Ohr im Kopf hat eine gewisse Richtwirkung, und zwar für hohe Frequenzen ebenfalls eine größere, Abb. 6. Man richte daher bei Messungen im Freien den Kopf stets auf die Schallquelle zu, weil man diese Lage leicht immer wieder auf wenige Grade genau einstellen kann. In schwach gedämpften Zimmern fallen alle Richtwirkungen bei einiger Entfernung von der Schallquelle nahezu fort. Dafür wird aber eine genaue Messung tonartiger Schallquellen in schwach gedämpften Zimmern durch die auftretenden stehenden Wellen fast unmöglich gemacht. Die Lautstärken in den dicht benachbarten Knoten und Bäuchen unterscheiden sich oft um mehrere Phon. Der Schallmesser dürfte gerade geeignet sein, diese und andre raumakustische Fragen zu klären. Der Lautsprecher, dessen Lautstärke mit und ohne Trichter in Abhängigkeit von der Frequenz in Abb. 7 dargestellt ist, wurde im Freien untersucht.

Einige Meßergebnisse von Schallquellen, die freilich ohne besondere Sorgfalt in den Räumen, wo die Maschinen

RZ339Z5

Abb. 5
ırdiagramm (Richtwirkung) des Lautsprechers *A*
—— 330 *Hertz* — — — 1300 *Hertz* -------- 4000 *Hertz*

RZ339Z6

Abb. 6
Polardiagramm (Richtwirkung) des rechten Ohres
—— 500 *Hertz* — — — 2500 *Hertz*

Abb. 7
Lautsprecher L, Abstand 4 m, Strom 1,5 mA
——— mit Trichter — — — ohne Trichter

gerade standen, gewonnen wurden, sind der Größenordnung nach beachtenswert, Zahlentafel 2. Man kann auch die Schalldämpfung beliebiger Wände oder dergl. durch zwei einfache Lautstärkemessungen mit und ohne Wand untersuchen, Zahlentafel 3.

Den hier zuerst genannten Tür-Werten liegen folgende Einzelmessungen zugrunde:

Schreibmaschine im gleichen Zimmer 6,8 Phon,
Schreibmaschine im Nachbarzimmer bei offener Tür 5 Phon,
Schreibmaschine im Nachbarzimmer bei geschlossener Tür 2,5 Phon.

Das Maß der Dämpfung läßt sich ohne weiteres in Phon ausdrücken. Ein Vorhang dämpft 4 Phon, bedeutet,

Zahlentafel 2
Lautstärken verschiedener Schallque...

	Wien
Normale Unterhaltung	32
Schreibmaschine	125
Kreissäge	16 000
Kraftwagenmotor $n = 500$ Uml./min	16 000
$n = 1000$ „	32 000
$n = 2000$ „	64 000
Drehbank	125
Bosch-Horn Nr. 1	16 000
„ Nr. 2	8 000
Wasserstrahl	250
Staubsauger Nr. 1	500
Staubsauger Nr. 2	250
Standuhr, Ticken	8
Standuhr, Schlagen	125
Wecker Nr. 1	125
Wecker Nr. 2	500
Werkstatt I (Spulerei)	500
„ II (Stanzerei)	8 000

Zahlentafel 3
Dämpfwirkung von Wänden u. derg...

Tür offen	1,8 Phon
Tür geschlossen	4,3 „
Dicke Wand	10 „
Theatervorhang Nr. 1	2,0 „
„ Nr. 2	2,2 „
„ Nr. 3	4,3 „
Alle drei Vorhänge hintereinander	7,7 „

daß Schall beliebiger Lautstärke durch den Vorha... 4 Phon leiser wird und auf den $2^4 = 16$. Teil seiner ... kalischen Stärke herabsinkt.

Alle diese Messungen wurden ohne irgendein... bereitung innerhalb weniger Minuten ausgeführ... dieser Möglichkeit dürfte der besondere Vorzug dies... fachen Schallmessers für die Praxis liegen. [B ...

Schwingungen elastischer Seile [1]

In der vorliegenden Abhandlung habe ich mir die Aufgabe gestellt, die Schwingungen eines Seiles einer elektrischen Fernleitung mathematisch näher zu verfolgen, um zu bestimmen, wie groß unter möglichst ungünstigem Verhältnis der Abstand von einem parallellaufenden Seil, also die Länge der Ausleger an den Masten, gewählt werden muß, damit die Seile einander nicht zu nahe kommen und kein Durchschlagen des Dielektrikums eintritt. Das Ergebnis wird dann an einem Beispiel mit einer der üblichen empirischen Formeln zur Bestimmung der Länge der Ausleger verglichen. Als ungünstigster Fall wird jener gewählt, wo bei Vereisung der Seile und bei der hypothetisch größten seitlichen Windstärke das Eis an einem Seil plötzlich herabfällt und dieses dadurch in Schwingungen gerät, während an dem parallellaufenden die Eisbelastung und die dadurch bei der größten Windstärke vorhandene Schiefstellung noch erhalten bleibt.

Da die gestellte Aufgabe nicht gestattet, das Seil als unausdehnbar anzusehen — bei einem solchen würde ja die Eisbelastung nur die Spannung, aber nicht den Durchhang ändern —, so werden die kleinen Schwingungen elastischer, an zwei Punkten aufgehängter Seile untersucht. Zunächst wird die Gleichung der elastischen Kettenlinie mit der Bogenlänge s als Parameter aufgestellt, dann wird gezeigt, daß die Bestimmung von kleinen Schwingungen um diese Gleichgewichtslage bei vertikalen Belastungen auf eine partielle Differentialgleichung vierter Ordnung führt. Da ihre allgemeine Lösung auch bei kleinem Durchhang zu große mathematische Schwierigkeiten ergibt, so wird vorausgesetzt, daß man die Bewegung in der wagerechten gegenüber der in der senkrechten Richtung vernachlässigen darf. In diesem Falle läßt sich bei strenger Befriedigung der Rand- und Anfangsbedingungen der gestellten Aufgabe und angenäherter Erfüllung der Zusammenhangsbedingung ein Reihenausdruck für die Senkrechtverschiebungen gegen die Ruhelage ableiten, der in beiden Veränderlichen s und t nach dem Kosinus fortschreitet, wobei die Argumente ... die Wurzeln einer transzendenten Periodengleichu... geben sind. Die seitlichen kleinen Schwingungen ... sich unter den gemachten Voraussetzungen durch F... Reihen darstellen.

Da bei gleichbleibendem seitlichem Winddruck d... eben bleibt und nur schief gestellt wird, so kann m... frühere Senkrechtebene durch diese schiefe ersetzen u... für die senkrechte und seitliche Verschiebung früher ... denen Formeln benutzen. Dies wird zahlenmäßig für e... spiel durchgeführt und der erforderliche Abstand der ... Seile, um eine allzugroße Annäherung zu verhüten, ... telt. Der Vergleich mit einer häufig verwendeten e... schen Formel ergibt, daß bei dem gewählten äußerste... der Abstand der beiden Seile nur um 17 vH größer ... nommen werden müßte, als es diese Regel verlangt... also dieselbe im allgemeinen mit genügender Sicherhe... wenden kann.

Wien [N 502] K. W...

[1] Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 137.

Schnelle Inbetriebnahme von Kessel... mit Rostfeuerung

Im Kraftwerk der Stamford Gas and Electric Co... den bemerkenswerte Versuche gemacht, um an Kesse... Rostfeuerung die Zeit vom Beginn des Anheizens b... vollen Leistungsfähigkeit festzustellen. Zur Verfügung ... den mehrere Riley-Unterschubroste, die in Babcock- &... cox-Kesseln von je 560 m² Heizfläche eingebaut ware... wurde festgestellt, daß nach einer längeren Betriebs... wenn noch eine glühende Schlackenschicht den Rost b... bereits nach wenigen Minuten die Dampferzeugu... 50 kg/m²h beträgt. Der völlig erkaltete Kessel brauch... Beginn des Anheizens bis zur Aufnahme einer mittler... lastung von 35 kg/m²h 25 min. Aus diesen im Betrieb... genommenen Versuchen geht hervor, daß der große be... technische Vorteil schneller Bereitschaft nicht nu... Kohlenstaub-, sondern auch mit Rostfeuerungen e... werden kann. („Electrical World" 17. September ... S. 554) [N 893 b]

RUNDSCHAU

Luftfahrt

ssenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt

16. bis 19. September 1927

: Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt (WGL), leren Mitglieder die Vertreter der Luftfahrtwissen- des Luftfahrzeugbaues, der Hochschulen und Be- wie der lernende Nachwuchs vereinigt sind, zeigt en Tagungen das Bild ernster Arbeit in einer langen von Vorträgen und harmonischer Geselligkeit; die geschäfte treten fast ganz in den Hintergrund. Die rige Tagung in Wiesbaden, zum erstenmal im n Gebiet, begann freilich mit einem Mißklang: Die ndkommission hatte den Reichswehrangehörigen, die glieder teilnehmen wollten, die Einreise verweigert. blieben auch einige ausländische Gäste, die sonst will- n gewesen wären, der Veranstaltung fern.

e Vorträge standen, wenn dies auch in der Ankün- nicht besonders gesagt wurde, unter dem Zeichen iftverkehrs. Gleich die ersten Ausführungen r. Wronsky, Deutsche Luft-Hansa, brachten nach geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der en Handelsluftfahrt und den Ausbau des Streckennetzes itige Organisation des deutschen Luftverkehrs, e alle Verkehrszweige in ihrer Jugend, zunächst noch ihilfe aus öffentlichen Mitteln bedarf. Denn obwohl ugzeug schon jetzt ansehnliche Verkehrsleistungen eisen hat, ist es noch zu teuer in Anschaffung und rieb, weil es, bezogen auf seine Nutzlast, zuviel Motor- g fordert. Wenn die technischen Fortschritte das Flug- virtschaftlicher gestaltet haben, wenn mit der Ver- ung der Betriebskosten auf der andern Seite eine die vergrößerten Vorteile der Luftreise gerecht- Erhöhung der Tarife Hand in Hand geht, kann man eihilfen abbauen. Die großen Linien des Ver- etzes sind nur im internationalen Zusammenarbeiten eiben; der innerdeutsche Zubringerdienst, der nicht eich, sondern von Ländern, Gemeinden, Handelskam- gefördert wird, ist viel bekrittelt worden, ist aber ammeln von Erfahrungen, zum Ausbilden des Per- und zur Verkehrswerbung nützlich.

der Aussprache zu den Vorträgen betonte der der Luftfahrtabteilung im Reichsverkehrsministerium, rialrat Brandenburg, die Notwendigkeit der en für das Bestehen des heutigen Luftverkehrs, aber lie Gefahren einer Zersplitterung der öffentlichen die Vorzüge einer einheitlichen Luftpolitik für das Reich und die Vorteile eines Gelegenheits-(Luft- ken-)Verkehrs, der an Stelle der vielfach bemängelten . Hüpflinien von den Gemeinden zu unterstützen Andre Redner bedauerten das mangelnde Interesse ffentlichkeit für das Luftschiff, das für weite besser geeignet sei. Demgegenüber betonte Bran- g bei einer späteren Gelegenheit, daß die Reichs- ng dem Luftschiff wohlwollend gegenüberstände und schiedentlich gefördert habe, daß jedoch bis zum n Jahre die Beschränkung des Luftschiffbaues auf m³ hinderlich war; es wird aber begrüßt, daß sich hr Luftschiff und Flugzeug nicht nur auf dem Papier, n auch im praktischen Betrieb über lange Strecken ander werden messen können.

em Luftschiff galt auch der zweite Vortrag, in dem ng. Schwengler das starre Großluftschiff ine Leistungen behandelte. Die drei letzten großen iiffunfälle, die im Auslande vorgekommen sind, lassen pelt geboten erscheinen, daß die deutschen Erfahrungen n und Betrieb nicht brachliegen. Die Gefahren der iiffe durch Brand der Wasserstoffüllung — im Haus- erwendet man unbedenklich das ebenfalls brennbare gas —, durch Bruch in der Luft oder am Boden, wie Blitz hält der Vortragende für überwunden. Die Bau- s Gerippes ist unter seiner Mitwirkung vervoll- et worden. Das Fachwerk der Ringe erstreckt sich ir ins Schiffsinnere und ist halb so schwer wie Der Verbrauch besonderen Brenngases im Motor er- ct die Führung und macht die schweren, platzrauben- nzinvorräte teilweise entbehrlich. Das von v. Parse- mpfohlene Prallschiff lehnte der Vortragende als gen ab.

i Verwendung großer Flugzeuge ist das Steuern auf ier ermüdend, so daß wie beim Schiff Rudermaschinen rlich werden. Wenn diese selbsttätig wirken, stellen sie im wesentlichen eine besondere Art von Reglern dar, also schwingungsfähige Gebilde, die mit dem gleichfalls schwingungsfähigen Flugzeug gekoppelt sind. Diese Schwingungen müssen nun irgendwie gedämpft werden, z. B. dadurch, daß man den Wirkungssinn der Kopplung während des Regelvorganges umkehrt, hier also: indem man Stützruder legt. Diese dem Schwingungstechniker bekannten Grundlagen des Regelvorganges erörterte Korvettenkapitän a. D. Boykow in seinem Vortrag über „motorische Flugzeugsteuerung"; zum Schluß führte er als Beispiel für seine selbsttätige Rudermaschine das Modell eines höhengesteuerten Flugzeuges vor, das nicht durch Pendel, sondern durch Windgeschwindigkeitsmesser in der richtigen Lage gehalten werden soll. Sobald der Windfühler angesprochen und das Höhenruder sich passend gelegt hat, dreht sich das Flugzeug in die richtige Lage zurück; dabei spricht ein Paar gegenläufiger Kreisel an und legt das Ruder um, so daß das Flugzeug aperiodisch eingesteuert wird. Die Seitensteuerung wird durch einen Kompaß betätigt, wenn das Flugzeug aus dem Kurs abweicht. Die Quersteuerung muß wirken, sobald Schiebewind auftritt; wenn jedoch Kurven geflogen werden, ist eine der Fliehkraft entsprechende Neigung zuzulassen, falls nicht, wie bei Verkehrsflugzeugen, gerader Kurs die Regel ist.

In der Aussprache machte Dr.-Ing. Bader darauf aufmerksam, daß vor allem für die Längsneigung die Eigenstabilität eine künstliche Stabilisierung überflüssig mache; Ingenieur Drexler, der schon vor dem Krieg auf diesem Gebiet gearbeitet hat, führte seine eigenen, schon recht weit gediehenen, auf etwas andern Grundlagen beruhenden Arbeiten vor.

Die Ozeanflüge, die als Vorläufer des späteren Übersee-Luftverkehrs betrachtet werden, haben die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf das Wetter über dem Atlantik gelenkt. Professor Dr. Georgii kam daher mit seinen Untersuchungen im rechten Augenblick. Die Linie nach Südamerika hat von Lissabon über die Kanarischen und Kap Verdischen Inseln bis Brasilien in jeder Jahreszeit günstige Windverhältnisse; auch der Rückflug ist meist möglich, von den Frühlings- und Herbst-Sturmböen auf der afrikanischen Seite abgesehen. Nach Nordamerika ist der Winterstürme wegen zunächst nur Sommerluftverkehr möglich; am beständigsten ist das Wetter auf dem langen Wege Lissabon – Azoren – Bermuda – Kap Hatteras. Irland – Neufundland ist Gelegenheitsstrecke; auch zwischen den Azoren und Neufundland liegen Störungen. Im Frühsommer hat der kurze nördlichste Weg Schottland – Island – Südgrönland – Labrador günstige Windverhältnisse. Für den Rückflug ist die Linie Neufundland – Azoren – Lissabon am besten.

Der Vortrag von Hugershoff über Luftbildmessung und der von Ahlborn über Grenzschichtablösung und Wirbelentstehung fielen wegen Behinderung der Redner aus. So folgte am zweiten Sitzungstage der Bericht von Dipl.-Ing. Diemer über „Flugboot und Seegang", in dem das Verhalten des Flugbootes, dessen Stützglieder fehlen oder nahe am Rumpfe liegen, für langsame Bewegungen untersucht wurde; beim Treiben quer zum Seegang liegt das Boot ohne eigene Rollschwingungen parallel zur Wellenoberfläche; ungünstiger verhalten sich Mehrschwimmer-Flugzeuge. Bei raschem Bewegen im Seegang, wie es z. B. für den Abflug erforderlich ist, werden die Kräfte beim Durchschneiden einer Welle untersucht und ein Verfahren zum Bestimmen des Gesamtauftriebes aus Lichtbildaufnahmen der Bootsbewegung entwickelt. Nach diesen Überlegungen wie nach Erfahrungen der Firma Dornier-Metallbauten G. m. b. H. bieten gekielte Bootsformen vor solchen mit flachem Boden nicht ohne weiteres Vorteile. Die Ausführungen über Stabilität wurden von Schiffbauern in der Aussprache scharf kritisiert.

Zum Schluß der großen Vorträge sprach Dr.-Ing. Kamm, Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, der für eine andre wichtige Aufgabe des zukünftigen Luftverkehrs, den Höhenflug, die wesentlichen Motorfragen behandelte. Die Höhenmotoren mit Überbemessung und Überverdichtung reichen nicht aus; oberhalb 10 km Höhe sind Gebläse-Vorverdichter notwendig. Mit diesen wären beim heutigen Stande der Technik, wenn die Schwierigkeiten der Bauform und des Baustoffes überwunden sind, bei mechanischem Betrieb bis 10 km Höhe volle Bodenleistung, bei 20 km Höhe 42 vH, bei 30 km Höhe aber nur noch 10 vH jenes Wertes erreichbar; das Einheitsgewicht bleibt bis 20 km Höhe unter 2,5 kg/PS, darüber hinaus nimmt es rasch zu. Treibt man die Gebläse mit Ab-

gasturbinen, so kann die Bodenleistung bis 13 km Höhe gehalten werden, dann sinkt die Ausbeute rascher als vorher; falls man aber für die letzten Verdichtungsstufen mechanischen Antrieb hinzu nimmt, verbleiben in 20 km Höhe 70 vH der Bodenleistung, in 30 km Höhe noch 30 vH. Das Einheitsgewicht steigt von 1 kg/PS in 13 km Höhe auf 1,7 kg/PS in 20 km Höhe und 2,8 kg/PS in 25 km Höhe. Diese Ausführungen wurden von Dr.-Ing. Schrenk durch die Folgerungen für die Eigenschaften des Höhenflugzeuges ergänzt.

Den Schluß der wissenschaftlichen Sitzungen bildeten mehrere Sondervorträge, die aber zum Teil so wichtig waren, daß sie über den Kreis der Sonderfachleute hinaus Beachtung fanden. Zunächst führte Dr.-Ing. E. h. Dr. Prandtl, dem die WGL ihre höchste Ehrung, die neugestiftete Otto-Lilienthal-Gedenkmünze, als Erstem und für die nächsten drei Jahre Einzigem verliehen hatte, einen strömungstechnischen Film vor, bei dem mit einem neuartigen laufbildtechnischen Kunstgriff die Bewegung fließenden Wassers um ein Hindernis an Aluminiumstäubchen wiedergegeben wurde. Jeden Zweifler an dem Bestehen der Grenzschicht konnte das Bild von der Umströmung eines Kreiszylinders aus der Ruhe heraus bekehren: Man sah die Grenzschicht sich bilden, langsam bewegen, teilweise zurückströmen, sich ablösen und zu einem Wirbelfaden sich aufrollen, der seinerseits einen sekundären, bald verschwindenden Gegenwirbel hervorrief. Auch das Verhalten der Flüssigkeit an einem umlaufenden Zylinder (Rotor, Magnus-Wirkung), das Anlegen des Stromes an eine Wand beim Absaugen der Grenzschicht, endlich das Entstehen und Vergehen der Zirkulation beim Anfahren und Anhalten eines Tragflügels infolge der wegschwimmenden Wirbel wurde vorgeführt. Im Anschluß daran zeigte der Altmeister der japanischen Physiker, Prof. Tanakadate, den ersten Versuch einer strömungstechnischen Zeitdehneraufnahme mit einer der Ernemann-Zeitlupe ähnlichen Versuchsanordnung.

Auf das Gebiet der Flugmotoren führten die folgenden Vorträge, zuerst der von Dr.-Ing. Rackwitz, Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, über Betriebsstoffe: Braunkohlenbenzin — bereits im Gemisch mit Benzol bewährt, aber Rückstände bildend —; Benzin mit Mitteln gegen Klopfen (Bleitetraäthyl, Eisenkarbonyl); Alkohol, der leider zu geringen Energiegehalt hat und sich von Benzin oder Benzol entmischt, auch Metall angreift; Toluol, wegen seiner Kältebeständigkeit im Gemisch mit wenig Benzin für Höhenflüge geeignet, aber nicht in ausreichenden Mengen erhältlich; Steinkohlenteer-Derivate, von denen Tetralin im Gemisch mit Benzol und Spiritus Aussichten bietet; hochsiedende Erdöle und Teerdestillate sind ihrer Feuersicherheit wegen vorteilhaft, erfordern aber Entwicklung des leichten Dieselmotors; technisch hergestellte synthetische Benzine werden uns vom Ausland unabhängig machen, sie sind auch ausreichend kompressionsfest. Der Redner stellte sodann die Anforderungen an Brennstoffe und die Untersuchungsverfahren zusammen; von den Eigenschaften ist heute vor allem die Neigung zum Klopfen wichtig.

Die Zerstäubung solcher Brennstoffe im Vergaser hat Dr.-Ing. Scheubel, Aerodynamisches Institut der Technischen Hochschule Aachen, an Vergasermodellen mit Glasfenster mit verschiedenen Flüssigkeiten bei wechselnden Windgeschwindigkeiten für mehrere Düsen- und Rohrformen untersucht. Durch Funkenphotographie wurde der Zerstäubungsgrad festgehalten, durch Ausmessen und Auszählen der Tropfen Verteilungskurven für die Gemischzusammensetzung abgeleitet; aus Größenbetrachtungen folgt, daß der mittlere Tropfendurchmesser verhältig der Kapillarkonstanten, geteilt durch den Staudruck der relativen Geschwindigkeit von Brennstoff und Luft sein muß[1]), wobei die Beizahl noch von dem unbenannten Verhältnis der Kapillarkonstanten zu Zähigkeit mal Relativgeschwindigkeit abhängt.

Eine lebhafte Aussprache über das Trudeln, diese für den Flieger gefährliche, aber gerade deshalb reizvolle und wichtige Flugbewegung, lösten die Ergebnisse von Dr. v. Baranoff aus, der für den Übergang ins Trudeln ein Beispiel durchgerechnet hatte und zeigen konnte, daß neben dem Schleudermoment, das den Anstellwinkel groß hält und dadurch die Eigendrehung überhaupt ermöglicht, noch ein schwanzlastiges Moment wirkt, das durch den Übergang vom Schieben nach innen zum Schieben nach außen auftritt; bei stark gedämpfter Seitenschwingung wird der Übergang ins Trudeln erschwert; bei kleiner Dämpfung

[1]) Vergl. M. Weber, Modellgesetz für Kapillarkräfte, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1919 S. 355, u. Sammelheft 1 des Ausschusses für techn. Mechanik des Berl. Bezirkvereines deutscher Ingenieure 1919.

dagegen tritt nichtstationäres Trudeln mit mehr… Sichfangen auf. Damit das Trudeln stabil bleibt, m… Änderung des Luftkraftmomentes um die Flugzeugqu… mit dem Anstellwinkel nicht nur positiv sein, wie … statische Stabilität, sondern größer als eine bestimm… einigung der Trägheitsmomente um die drei Achs… Winkelgeschwindigkeiten und deren Ableitungen.

Zum Schluß gab Dr.-Ing. Schilhansl Berech… des Auftriebes und der Druckverteilung in geraden Fl… gittern. Wenn man ein Profil, dessen Luftkräfte b… sind, mit unendlich vielen ebensolchen zusammenre… läßt sich der Einfluß in erster Näherung ermitteln… man die Flügel durch Wirbellinien, genauer, wenn n… durch Wirbelflächen ersetzt. Für die Änderung de… triebes ergeben sich Verhältniszahlen, die in Zahle… mitgeteilt werden. Die Rechnung stimmt um so … zu den Göttinger Versuchen, je enger die Gitter sind… die näherungsweise berechnete Druckverteilung stim… dem Versuch befriedigend überein. [N…

Berlin-Schlachtensee Everl…

Werkstoffe

Untersuchungen über die Einwirk… von Laugen und verschiedenen Sal… auf Eisen[1])

Mitteilung aus dem chemisch-technischen und ele… chemischen Institut der Technischen Hochschul… Darmstadt.

Eine Gruppe von Forschern sucht den Grund f… Auftreten von Rissen und für das Sprödewerden des … bleches in der Alkalität des Speisewassers. Von a… Seite wird eine Materialermüdung bei der Herstellu… Kessel als Hauptursache angesehen. Solche Korr… erscheinungen treten hauptsächlich in Überlappunge… in Nietnähten der Kessel auf. Zum Zwecke der Aufk… der in Betracht kommenden Vorgänge wurden die … genden beschriebenen Versuche ausgeführt.

In einem Hochdruckgefäß wurde weiches Flußei… Form von Pulver oder Proportionalzerreißstäben (l = 11… der Einwirkung von Natronlauge verschiedener Kon… tion bei verschiedenen Drücken ausgesetzt. Das E… dieser Untersuchungen läßt sich dahin zusammenfasse… Natronlauge ganz geringer Konzentration (0,3 bis … NaOH) die Kesselbaustoffe etwas weniger angreift als… Wasser. Konzentrationen bis 5 g/l NaOH verursache… bedeutende Schädigung der Kesselbleche bis zu 50 at (… Auch bei Drucksteigerungen bis 80 at war bei 1,15 g/l… keine wesentliche Einwirkung auf Eisenpulver wahr… men, obwohl wegen der großen Oberfläche des Eisen… die Bedingungen eines Angriffes hierbei erheblich gü… sind als bei kompaktem Eisen.

Die geringe Alkalität des Kesselspeisewassers, d… bei Anwendung des Kalk-Soda-Enthärtungsverfahrens … kann also unmittelbar nicht die Ursache des Sprödew… des Kesselbaustoffes sein. Man findet an den Stell… denen sich kaustische Sprödigkeit (caustic embrit… nach Parr[2])) zeigt, meist auch Salzabscheidungen zw… den Überlappungen und in den Nietrissen. Deshalb … Vermutung nahe, daß die im Kesselwasser vorhandene… in konzentrierter Form auf das Kesselblech einwirk… wurden daher in Schüttelbomben Versuche mit hohe… genkonzentrationen (100 bis 850 g/l NaOH) ausgefüh… denen die Proportionalzerreißstäbe der Einwirku… Lauge bei 100 bis 200 at Druck ausgesetzt waren. Di… wiesen nach den Versuchen einen starken äußeren … auf; teilweise ließ sich die schwarze, samtartige Oxyd… abwischen. Bei der Prüfung auf die mechanischen … schaften zeigte sich, daß besonders die Dehnung v… NaOH-Konzentration beeinflußt wird. Abb. 1 zei… Dehnung in Abhängigkeit von der NaOH-Konzen… bei sonst gleichen Versuchsbedingungen.

Der bei 400 g/l NaOH auftretende Kleinstwert d… nung wurde auch von Parr[3]) gefunden, jedoch war… Stäbe bei seinen Versuchen einer Zugbeanspruchung… setzt. Unsere Kerbschlagversuche ergaben ebenfall… starke Dehnungsabnahme durch Behandlung mit Laug… Gehalten bis 400 g/l NaOH.

Versuche, bei denen an Stelle von Natronlauge … verwendet wurde, ergaben gleichfalls eine starke … kung der Lauge auf Eisen. Die Untersuchungen üb… Einfluß von Zusätzen von Natriumchlorid und Natriu… bei der Natronlaugenbehandlung des Eisens zeigte… das Chlorid korrosionsfördernd, das Sulfat dageg…

[1]) Auszug aus dem Forschungsheft 295 (Festgabe C. v. Bach…

[2]) Engen. Exper. Station Bulletin 94, 1917.

[3]) Engen. Exper. Station Bulletin 155, 1926.

100 200 300 400 500 600 700 g/l 800 850
NaOH

Abb. 1
luß der Laugenkonzentration auf die Dehnung des Eisens

ndem Verhältnis $Na_2SO_4 : NaOH$ schützend wirkt. he zur Feststellung der Hydrolyse von Sodalösungen ı zu dem Ergebnis, daß Sodalösungen in weitgehen- :aß in Hochdruckkesseln kaustifiziert, also in Ätz- umgewandelt werden.

le diese Versuche erwiesen einwandfrei die schädi- Wirkung konzentrierter Alkalien auf Kesselbaustoffe. r nun festzustellen, unter welchen Bedingungen starke ntrationsanreicherungen, die Anlaß zu Schädigungen im Kessel stattfinden können. Durch Versuche mit pillaren von 0,193 bis 2,7 mm l. W. ließ sich fest- , daß bei Erhitzung des Kapillarinhalts eine Konzen- sanreicherung um so leichter eintritt, je enger die are ist. Erklären lassen sich diese Ergebnisse durch ionserscheinungen. Durch Adhäsion bleibt ein Teil üssigkeit, der beim Erwärmen verdampft und gelöstes bscheidet, an der Kapillare haften. Die bei Abküh- ıeu eintretende Lösung wird um diesen Salzbetrag trierter, so daß beim darauffolgenden Verdampfen eine e Menge Salz sich ausscheidet. Dieses Wechselspiel sich nun so oft wiederholen, bis eine schädliche Kon- tionsanreicherung erreicht ist. Mit kleiner werden- Durchmesser nimmt das Volumen der adhärierten im Verhältnis zum Gesamtinhalt zu. Bei kleinen braucht daher der Verdampfvorgang weniger oft finden, bis die schädliche Konzentrationsanreiche- erreicht ist. Auf ähnliche Weise entstehen die zwi- den Überlappungen und in den Nietrissen sich vor- len Salzabscheidungen.

ɔer den chemischen Verlauf der zwischen dem Eisen tarken Natronlaugen stattfindenden Reaktionen ist bekannt. T h i e l[4]) nimmt eine Reaktion in folgen- inn an:

$$Fe + 2\,NaOH = Fe(OH)_2 + 2\,Na$$
$$Fe + Na = Fe/Na.$$

unseren Versuchen bildet sich keine Legierung zwi- Eisen und Natrium. Denn eine Wasserstoffentwick- die bei der Zersetzung mit Wasser eintreten müßte, nicht beobachtet werden.

ahrscheinlich bilden sich bei der Einwirkung von auf Eisen Salze des Eisen-(2)-Hydroxydes, die bei litischer Spaltung Ferrohydroxyd ergeben und eine ildung von Lauge verursachen. Für diese Auffassung t die bei höheren Laugenkonzentrationen entstehende, aftende Oxydschicht und die weitgehende Vermulmung aterials. Damit man sich von der Vermulmung ein machen kann, wurden die Schüttgewichte der Reak- rodukte festgestellt, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Laugen-konzen-tration g/l	Schüttgewichte vor dem Versuch g/cm³	Schüttgewichte nach dem Versuch g/cm³	Verhältnis der Schütt-gewichte
1,15	2,49	2,51	1,010
11,50	2,46	2,36	0,959
100	2,47	2,17	0,878
200	2,50	1,92	0,768
318	2,50	1,71	0,682
485	2,49	1,57	0,631

:e zwischen Eisen und Natronlauge stattfindende Reak- ıßt sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$Fe + NaOH + H_2O = Fe\frac{-ONa}{-OH} + H_2,$$

Salze des Eisenoxyduls, wahrscheinlich auch des xyds, entstehen. Ob die Eisenionen erst mit den Hydroxylionen des Wasser $Fe(OH)_2$ bilden, das dann erst mit NaOH Salz bildet, ist wahrscheinlich, jedoch noch nicht bewiesen.

Für einen solchen Reaktionsverlauf sprechen folgende Befunde:

1. Oxydation des Eisens,
2. Wasserstoffentwicklung während der Reaktion,
3. Vermulmung des Eisens,
4. Zunahme der Laugenkonzentration.

Weiter war wichtig, die Ursachen dafür festzustellen, daß die Dehnung des Kesselbaustoffes beim Laugenangriff zurückgeht. P a r r[5]) macht den bei der Reaktion entstehenden Wasserstoff für die Sprödigkeit des Eisens verantwortlich. Es soll sich eine Eisen-Wasserstoff-Legierung bilden, welche die bekannte Beizsprödigkeit aufweist, ähnlich wie z. B. elektrolytisch abgeschiedenes Eisen. Nach Versuchen, bei denen ein Teil der mit Natronlauge behandelten Stäbe vor dem Zerreißen 6 h bei 650 ° im luftleeren Raum ausgeglüht wurde (wodurch der im Eisen vorhandene Wasserstoff ausgetrieben worden wäre), der andere Teil sofort nach der Laugenbehandlung auf seine mechanischen Eigenschaften geprüft wurde, kann der Wasserstoff nur zum geringen Grade die Ursache der kaustischen Sprödigkeit sein.

Eine andere Erklärung ist, daß der entstehende Wasserstoff in das Eisen eindringt und die Oxyde reduziert, ebenso wie die Natronlauge eindringen kann und die Sulfide und Phosphide herauslöst. Wenn Natronlauge in das Eisen eindringt, so müssen Oxydspuren, die vom Rande ausgehend sich ins Innere ziehen, bei geeigneter Ätzung eines metallographischen Schliffes sichtbar sein. Abb. 2 zeigt deutlich diesen Befund. Man erkennt die vom Rande ausgehenden, durch Ätzung dunklen Oxydspuren, die von eingedrungener Natronlauge herrühren. Die schwarzen Gebilde sind Perliteinschlüsse im Ferritgefüge. Daß Natronlauge die Fähigkeit hat, durch Eisen hindurchzuschwitzen, ist jedem Fachmann bekannt.

Aus den Versuchen ergibt sich für den Bau und den Betrieb von Hochdruckdampfkesseln die Forderung, das Zustandekommen von Konzentrationsanreicherungen der im Speisewasser befindlichen Alkalien zu vermeiden. An den Nietstellen bilden sich auch bei sorgfältigster Werkstattarbeit stets feinste Kapillaren, in denen bei den hohen Verdampfzahlen eines neuzeitlichen Betriebes hohe, gefährliche Konzentrationen im Laufe der Zeit auftreten müssen. Daher sind diese Stellen durch kaustische Anfressungen besonders gefährdet. Man wird daher in erster Linie die Zahl der Nietstellen und Überlappungen eines Hochdruckkessels möglichst einschränken oder besser die genieteten durch geschweißte oder nahtlose Kessel ersetzen müssen, was bei der Vollkommenheit der heutigen Technik keine Schwierigkeiten mehr bietet.

Auch in geschweißten oder nahtlos gezogenen Höchstdruckkesseln muß man eine zu hohe Alkalität des Speisewassers vermeiden. Es empfiehlt sich nicht, diese Kessel mit reinem Destillat zu speisen; denn bei hohen Drücken greift destilliertes Wasser das Eisen stärker an als schwach alkalisches Wasser. Demnach speist man einen Hochdruckkessel zweckmäßig mit Wasser stets gleicher, geringer Alkalität, was man erreichen kann, wenn man dem Speisewasser den gewünschten Grad der Alkalität gibt und dann entgaste, ölfreie Destillate zuführt. Eine ständige Kontrolle

[4]) „Feuerungstechnik" Bd. 14 (1926) S. 56.

[5]) s. [2]).

Abb. 2
Teil der Randzone des mit starker Lauge erhitzten Probestabes

der Alkalität ist notwendig, damit Schädigungen durch stärkere Erhöhung des Alkalitätsgrades vermieden werden. Unbedingt erforderlich ist es, bei Anwesenheit von Alkalien chloridfreies Speisewasser zu vermeiden. Ein Gehalt an Sulfaten wirkt angriffverzögernd. [M 829]

Darmstadt E. Berl, H. Staudinger und K. Plagge

Wirtschaftliche Verwendung hochfeuerfester Legierungen in der Technik

Eine Reihe von Geräten der Technik wird bei höheren Temperaturen benutzt, z. B. Glühtöpfe, Töpfe und Behälter, in denen zu zementierende und dann im Einsatz zu härtende Stahlgegenstände über lange Zeiträume auf hohe Temperaturen zu erhitzen sind, Glühkisten in Walzwerken, sowie die Roste in der Emailleindustrie, auf denen das zu brennende Geschirr in den Emaillierofen eingesetzt wird. Die Gegenstände werden z. Z. meist aus Flußstahl hergestellt; solche Gegenstände unterliegen im Gebrauch einem sehr raschen Verschleiß durch Verzunderung. Einsatztöpfe für die Zementation von Stahlteilen werden im allgemeinen aus Flußstahlblechen zusammengeschweißt; ihre Haltbarkeit beträgt im allgemeinen nur 8 bis 20 Einsetzungen. Glühkisten in Feinblechwalzwerken, die im allgemeinen sehr dickwandig aus Stahlguß oder Grauguß hergestellt werden, erreichen Lebensdauern von 50 bis 80 Benutzungen. Emaillierroste bleiben je nach der Schwere ihrer Ausführung nur 3 bis 6 Wochen im Betrieb und müssen dann beiseite geworfen werden. Trotz des vielfach höheren Preises ist es wirtschaftlicher, für derart beanspruchte Teile hochwertige hitzebeständige Legierungen zu verwenden.

Ein Emaillierrost von $2 \times 1\,m^2$ Fläche, auf dem jeweils etwa 10 bis 30 kg zu emaillierendes Blechgeschirr in den Ofen eingeführt wird, muß bei Ausführung in Flußstahl etwa 60 bis 100 kg schwer ausgeführt werden, wenn seine Lebensdauer je nach der Temperatur im Emaillierofen etwa 3 bis 6 Wochen betragen soll. Vielfältig werden solche Roste sogar noch viel schwerer gewählt. Ein Rost der gleichen Fläche und Tragfähigkeit kann bei Ausführung in hitzebeständiger Legierung, z. B. in Chromnickel, mit einem Gewicht von 30 bis 40 kg ausgeführt werden. Ein Rost aus Flußstahl im Gewicht von 60 kg kostet etwa 21 ℳ. Die Kosten eines 40 kg schweren Rostes aus Chromnickel würden bei einem Preis von 16 ℳ/kg 640 ℳ betragen, somit würde ein Rost aus Chromnickel etwa … viel kosten wie ein solcher aus Flußstahl. Da die … dauer eines Chromnickelrostes aber mindestens … 100mal so groß ist wie die eines Flußstahlrostes, … sich die Benutzung von Rosten aus Chromnicke… an reinen Anschaffungskosten reichlich bezahlt.

An anderer Stelle[1]) sind eingehende Untersu… über die Oxydierbarkeit von Chromnickellegierun… schiedener Zusammensetzung im Vergleich zu der v… nickel und Reineisen veröffentlicht. Die sorgfälti… geführten Versuche haben ergeben, daß die Oxydat… Chromnickellegierung mit 15 vH Chrom, 65 vH Ni… 20 vH Eisen bei einer Gebrauchstemperatur von 100… als 200mal geringer ist als die Oxydation von … bei einer Temperatur von nur 800°. Es ist somit … lichkeit eine mehr als fünfzig- bis hundertfache… dauer des Chromnickelrostes gegenüber dem Fluß… zu erwarten. Schließlich ist noch zu berücksichti… ein ausgedienter Flußstahlrost einen Schrottwert v… stens 0,05 ℳ/kg hat, während für einen ausgediente… nickelrost etwa 2 ℳ/kg vergütet werden.

Der Chromnickel-Emaillierrost wiegt etwa 30 … weniger als der flußeiserne Emaillierrost. Nun … Emaillierrost durchschnittlich in flottem Betrieb … 8 bis 10 min einmal in den Emaillierofen eingeset… ergibt an einem Tage bei dreimal achtstündigem… 150 Einsetzungen oder bei 300 Arbeitstagen 300… 45 000 Einsetzungen jährlich. Im ganzen sind so… lich $45\,000 \times 30 = 1\,350\,000$ kg oder 1350 t Rost… weniger zu erhitzen. Rechnet man nur etwa 10 v… stoffaufwand zum Erhitzen des Brenngutes, so wi… eine jährliche Ersparnis von rd. 135 t Kohle … Legt man nur einen Kohlenpreis von 16 ℳ/t zugr… ergibt dies an jährlicher Brennstoffersparnis 216… eine Ersparnis, die mehr als das Dreifache des Besch… preises des Chromnickelrostes beträgt[2]).

Auf einem Rost von etwa $1 \times 2\,m^2$ werden … Charge 10 bis 30 kg Blechgeschirre emailliert. W… Flußstahlrost 70 kg, ein Chromnickelrost 40 kg… so sind bei einer Charge in einem Falle 90, im … Falle 60 kg auf Brenntemperatur zu erhitzen. Da …

[1]) ETZ Bd. 48 (1927) S. 227 und 317; Z. f. Metallk. Bd. 19 (1…

[2]) Die der vorstehenden Rechnung zugrunde gelegte… angaben wurden dem Verfasser in liebenswürdiger Weise… Emaillierwerk gemacht, das den Rost, Abb. 3, über ein Ja… dreischichtigem Betrieb in Benutzung hatte.

RZ398Z1-3

Abb. 3
Chromnickelrost nach einjähriger Benutzung (Legierung 15 Cr 63 Ni 22 Fe)

Abb. 4
Flußstahlrost nach sechswöchiger Benutzung

Abb. 5
Teilansicht des Rostes, Abb. 4

Abb. 6
Chromnickel-Glühtopf nach einjähriger Benutzung
Legierung 15 Cr 63 Ni 22 Fe

Abb. 7
Flußstahl-Glühtopf nach zehnmaliger Benutzung

m bestimmten Emaillierofen nur ein bestimmtes
ewicht und nur eine bestimmte Zahl von Wärme-
n durchgesetzt werden kann, so erlaubt ein Chrom-
st, in dem gleichen Emaillierofen eine um etwa
öhere Erzeugungsmenge herauszuholen. Eine solche
he Steigerung der Leistung bedeutet aber einen
ı sehr erheblichen Gewinn.
ı verwendet heute für den gleichen Zweck bereits
eise Legierungen mit etwa 15 vH Chrom und 20 vH
solche Legierungen sind ebenfalls bei 1000 ° be-
wa 30- bis 40mal beständiger gegen Oxydation als
hl bei 800 °. Sie haben infolgedessen auch bereits
sentlich vermehrte Haltbarkeit. Infolge ihres hohen
haltes von etwa 60 vH ist aber ihre Festigkeit bei
hstemperatur nicht allzuviel höher als die von
hl. Man muß infolgedessen solche Roste etwa ebenso
ausführen wie die früher gebrauchten Flußstahl-
nd verliert daher den Vorzug der Brennstofferspar-
der höheren Ofenausnutzung. Hochwertige Legie-
mit ihrer hohen Festigkeit bei hohen Temperaturen
infolgedessen viel wirtschaftlicher als solche aus
ertigen Legierungen. Dabei ist weiter noch zu be-
ıtigen, daß zwar der Preis für 1 kg der hochwer-
egierungen etwa 2- bis 2½mal so hoch liegt als
is einer mittelwertigen Legierung; da aber die Ge-
ten aus mittelwertigen Legierungen aus Festigkeits-
ı etwa 1,5- bis 2mal so schwer ausgeführt werden
ist auch der Beschaffungspreis von Gerätschaften
hwertigen Legierungen nicht wesentlich höher als
chaffungspreis aus mittelwertigen Legierungen.
). 3 zeigt einen Emaillierrost aus Chromnickel nach
ger Benutzung; der Rost ist nur durch abgetropfte
fleckig geworden und hat kein Nacharbeiten er-
Zum Vergleich zeigt Abb. 4 einen Flußstahlrost
echswöchiger Benutzung, sowie einen Ausschnitt
in größerem Maßstab, Abb. 5. Abb. 6 zeigt einen
iertopf aus Chromnickel nach einjähriger Benutzung.
ergleich zeigt Abb. 7 einen der vorher benutzten
hl-Töpfe nach zehnmaliger Benutzung. In den
werden Straßenbahnzahnräder aus Stahlguß zemen-
lie Einsatzdauer beträgt 16 h. Das Gewicht des
ickel-Glühtopfes beträgt 30 kg, das Durchschnitts-
der Flußstahltöpfe 80 kg. Die Zementationstem-
belief sich auf rd. 990 °. Der Chromnickel-Einsatztopf
tisch noch unverändert, obwohl er 30mal so häufig
wurde wie ein Flußstahltopf bis zu seiner voll-
en Zerstörung. Zugleich ist damit festgestellt, daß
ıs verwandte Einsatzpulver keine Schädigung des
ickels bewirkt hat.
solcher Chromnickeltopf kostet etwa 480 ℳ bei
Schrottwert von 60 ℳ, ein flußeiserner Glüh-
leicher Größe etwa 30 ℳ. Die Glühtopfkosten
sich somit nach einjährigem Gebrauch wie 480 (und
ɔzug des Schrottwertes 420) zu etwa 800 ℳ zu Gun-
Chromnickel-Glühtopfes. Bei etwa 280 Einsetzun-
Verlauf eines Jahres waren infolge des Minder-
es des Chromnickel-Glühtopfes von 50 kg etwa 14 t
fgewicht weniger zu erhitzen. Die dadurch be-
Brennstoffersparnis beträgt im vorliegenden Falle
gs nur etwa 2,5 t im Werte von etwa 40 ℳ.
ließlich sei noch das Beispiel einer Glühkiste zum
von Feinblechen durchgerechnet. Bei Blechgrößen
1 m² werden in einer Glühkiste etwa 6 bis 7 t
Bleche in einer Charge geglüht. Eine Glühkiste für dieses Fassungsvermögen aus Eisen wiegt in üblicher Ausführung 5000 bis 6000 kg und kostet 2000 bis 2500 ℳ. Eine entsprechende Glühkiste aus Chromnickel wiegt 800 bis 900 kg und kostet 14 000 ℳ. Sonach macht sich an reinen Beschaffungskosten die Verwendung von Chromnickelglühkisten bereits bezahlt, wenn eine solche nur etwa 7mal länger hält als eine Kiste aus Stahlguß oder Gußeisen. In Wirklichkeit ist die Haltbarkeit einer Chromnickelglühkiste um ein Vielfaches größer als der angegebene Betrag. Das für eine Charge nutzlos zu erhitzende Kistengewicht verringert sich bei der Verwendung von Chromnickelglühkisten um 4 bis 5 t. Bei nur 120 Benutzungen im Verlauf eines Jahres sind somit rd. 500 t Glühkistengewicht weniger zu erhitzen, was einer Kohlenersparnis von etwa 50 t im Werte von etwa 800 ℳ entspricht. Das Gewicht der gefüllten Kiste beträgt im einen Fall etwa 12 200, im andern nur 8000 kg; die Leistung des Glühofens wird also um etwa 50 vH gesteigert. Daneben ist die Abkühlzeit der leichteren Chromnickelkiste, die sich zudem nicht mit schlecht wärmeleitendem Zunder bedeckt, nicht unerheblich geringer als die Abkühldauer einer gefüllten eisernen Kiste, so daß auch noch der Durchsatz beschleunigt wird[3]).

Die vorstehenden Ausführungen sollen an einigen einfachen Beispielen zeigen, daß die Verwendung hochhitzebeständiger Legierungen zur Herstellung von feuerbeanspruchten Ofenteilen und Gerätschaften durchaus wirtschaftlich ist, obwohl der Preis für 1 kg der hitzebeständigen Legierungen etwa 40mal höher ist als der Preis des bisher vorwiegend benutzten Eisens. Diese Erkenntnis hat sich in Amerika bereits in viel höherem Umfange durchgesetzt als in Deutschland. [M 398]

Hanau a. M. Dr. W. Rohn

[3]) Die Unterlagen für die vorstehende Rechnung verdankt der Verfasser der Liebenswürdigkeit eines Feinblechwalzwerkes.

Eisenbahnwesen

Eisenbahn-Wagenkipper ungewöhnlicher Bauart

Der von Wellman-Seaver-Morgan Co., Cleveland, erbaute Kipper dient zum Entladen von Zementgestein aus Eisenbahnwagen in das Lager einer Mahlanlage der Florida Portland Cement Co. Da man infolge der schlechten Bodenverhältnisse eine besondere Grube, in die man sonst die Steine ausschüttet, nicht anlegen konnte, wurde die Aufgabe, eine genügende Kipphöhe zu schaffen, dadurch gelöst, daß man den Kipper selbst beim Kippen eine schiefe Ebene von 35 ° Steigung heraufrollen ließ. Der Antrieb besteht aus zwei in rd. 15 m Abstand voneinander aufgestellten Windentrommeln, die über ein doppeltes Übersetzungsgetriebe von einem 115 PS-Motor angetrieben werden und den Kipper an je einem Seil zu beiden Seiten die schiefe Ebene heraufziehen.

Die vier Klammern zum Festhalten des Wagens beim Kippen sind drehbar um die Rückwand des Kippers über dem Eisenbahnwagen angeordnet und werden in der Ruhestellung durch Seile in wagerechter Stellung festgehalten. Beim Kippen lockern sich allmählich die Seile, bis die Klammern bei 45 ° Kippneigung oben auf den Eisenbahnwagen zum Aufliegen kommen. In diesem Augenblick werden die die Klammern haltenden Seile durch Sperrklinken in ihrer Stellung verriegelt; bei der weiteren Kippbewegung nehmen die Klammern das Gewicht des Eisenbahnwagens auf. Man kann mit dem Kipper 80 t-Eisenbahnwagen entladen. („The Iron Age" 22. September 1927 S. 795*) [N 893 c] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Werkstattbücher, 32. H.: **Die Brennstoffe.** Von Erdmann Kothny. Berlin 1927, Julius Springer. 73 S. m. 11 Abb. Preis 1,80 ℳ.

Das als Heft 32 der von E. Simon herausgegebenen Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter erschienene Heft gibt einen Überblick über die in der Industrie gebrauchten Brennstoffe. Zu diesem Zwecke werden in gedrängter Zusammenfassung Entstehung, Erzeugung, Eigenschaften und Verwertung der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe beschrieben und auch die zur Berechnung und Bewertung der Verbrennungs- und Vergasungsvorgänge erforderlichen Formeln angegeben. Wenn auch eine möglichst kurze Ausdrucksweise durchaus wünschenswert ist, so erscheint doch bei dem vorliegenden Hefte, das als gemeinverständliches Werkstattbuch auch Vor- und Facharbeitern von Nutzen sein soll, die weitgehende Anwendung chemischer Formelzeichen nicht am Platz. Abgesehen von diesem Einwand gibt das Heft einen klaren Überblick über die gesamte Brennstofftechnik. [E 825] Pr.

The British Steam Railway Locomotive 1825 bis 1925. Von E. L. Ahrons. London 1927, The Locomotive Publishing Co., Ltd. 391 S. m. 473 Abb. Preis 30 sh.

In diesem Buche sind die anläßlich der Hundertjahrfeier der Personeneisenbahn in der Zeitschrift „The Engineer" erschienenen Aufsätze Ahrons' zusammengefaßt. Bei der großen Kenntnis des bald nach der Vollendung seines Werkes verstorbenen Verfassers, seiner Liebe zur Lokomotive und seiner Gründlichkeit in der Benutzung der Quellen ist ein Buch zustandegekommen, das zu den besten seiner Art gezählt werden darf. [E 820] Gsl.

Rundfunktechnisches Handbuch, 2. Teil. **Die physikalischen Grundlagen, die Konstruktion und die Schaltung von Spezialempfängern für den Rundfunk.** Von H. Wigge. Berlin 1927, M. Krayn. 314 S. m. 416 Abb. Preis 12 ℳ.

Seit dem Erscheinen des ersten Teiles dieses Handbuches sind etwa zwei Jahre vergangen, in denen gerade die Rundfunktechnik große Fortschritte gemacht hat. Der Verfasser behandelt in umfangreichen Kapiteln das Hochfrequenzverstärker-Problem, den Transponierungsempfänger, die Pendelrückkopplung und den Reflexempfänger und widmet ein besonderes Kapitel der Doppelgitterröhre. Durch zahlreiche, übersichtlich angeordnete Abbildungen gewinnt das Buch an Wert.

Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft, e. V. 7. Bd. 1926. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 96 S. m. versch. Abb. Preis 4,80 ℳ.

U. a. zeitgemäß gebaute Kraft- und Wärmeanlagen in Textil- und Papierfabriken. — Die Verschwelung der Kohle als wirtschaftliches Problem. — Der gegenwärtige Stand der Schweltechnik nach den neuesten Forschungen. — Neuzeitliche Dampfturbinenanlagen für hohe und höchste Drücke für vereinigte Heiz- und Kraftbetriebe, mit besonderer Berücksichtigung der Textil- und Papierfabriken. — Elektrische Kraftanlagen in Textil- und Papierfabriken. — Wärme-, Kraft-, Gesamtwirtschaft.

Das Nationale Bauprogramm. Von Heinrich Brü… Friedrich Dessauer und Karl Sander. Berli… Beuth-Verlag. 200 S. m. versch. Abb. Preis 4,75…

Das Buch behandelt vorerst in elf Aufsätzen, … Feder namhafter Politiker entstammen, die sozialpo… Seite unserer Wohnungsnot und der vorliegenden … gungsvorschläge des Zentrums; bemerkenswert ers… namentlich die Erörterung über Finanzierung un… nungsfürsorge, über die Stellungnahme von Industr… Gewerkschaften. Im einzelnen werden die württember… und badensischen Maßnahmen wiedergegeben. Seinen… dern Wert erhält das Werkchen aber durch weiter… Aufsätze, die technisch-praktische Lösungen des Wo… bauprogramms vor Augen führen, unterstützt dur… gehendste Pläne und zahlreiche Kostenanschläge, … auf die Arbeiten der „Baunormung" (Deutscher Norm… schuß) gründen.

Das flüssig geschriebene Buch gibt einen guten… blick über alle Sorgen und Aussichten unserer Wo… bauer, so daß es allen nahe und ferner Stehenden em… werden muß, wo nicht für seine Bedeutung die Nam… Mitarbeiter an sich bürgen: Sonnenschein, Brauns, … fer, Wölz, Stegerwald, Lüders, Dessauer, Brüning, La… Bolz, Walser, Flöhr und Gerlach, Busley, Sander, … Günther, Knoblauch.

Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung im Bauwes… **tioneller Wohnungsbau, Typ/Norm.** Von Wilhelm … bert. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 207 S. m. zahl… Preis 6,50 ℳ.

Das Buch ist auf Veranlassung der Arbeitsgeme… für Rationalisierung im Bauwesen geschrieben, ein… meinschaft, die ihr Entstehen der Deutschen Gesellsch… Bauingenieurwesen verdankt. Das Werk zeigt, was … stiger Arbeit in technischer und geschäftlicher Einr… und an Verbrauch von Baustoffen und Bauteilen … werden kann, ohne daß der Zweck außer acht gelass… behagliche und ansprechende Wohnungen herzustelle… sonders wird bewiesen, wie durch Verwendung ge… Teile mit wenig äußerem Aufwand brauchbare und … Beziehung befriedigende Wohnhäuser hergestellt … können. Zahlreiche durchgerechnete Zahlenbeispiele … sichtlicher und eindringlicher Form dienen zur Er… rung des Verständnisses.

Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Unter Mitw… von 280 Fachleuten des In- und Auslandes. Her… von Fritz Giese. Halle a. d. S. 1927, Carl M… 314 S. 1. Lfg. Preis 9 ℳ.

Brot und Brennstoff. Bearbeitet von Artur Forn… Kurt W. Geisler, mit einem Vorwort von Reg… baurat Spitznas. Festschrift der Wärmewi… lichen Abteilung der Deutschen Bäckereifach-Auss… Essen, 16. bis 31. Juli 1927. 78 S. Preis 1 ℳ.

Bayrisches Handwerk in seinen alten Zunftordnung… geteilt und erläutert von Otto Hartig, A. M… wieser, E. Moser, Jos. Reindl, … Schraudner und Gg. Schröter. München, … bücher-Verlag Müller & Königer. 135 S. Preis …

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

:ITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

1 SONNABEND, 22. OKTOBER 1927 NR. 43

Werkstofftagung I

Werkstoff

Von Conrad Matschoß, Berlin

Was die Werkstofftagung und die Werkstoffschau bezwecken, und wie sie zustandegekommen sind — Erinnerungen aus der Geschichte der Werkstofforschung

Hierzu 2 Kunstbeilagen

ıute öffnen sich die Tore der Werkstoffschau in der größten Ausstellungshalle Berlins am Kaiserdamm. Organisierte Gemeinschaftsarbeit, an Um-ieit und Kraftanspannung gemessen, von erstaun-ˌeistung, hat hier die Fläche von rd. 14 000 m² bis zten gefüllt mit dem, was Wissen von Eisen und ron Nichteisenmetallen und von Isolierstoffen der technik angeht.

l warum wird all diese Mühe und Arbeit aufge-beim Ausgangstoff des Fertigprodukts, dessen Ver-g sonst allein die Scharen der Ausstellungsbesucher essieren pflegt? Weil die Erkenntnis immer klarer ritt, daß wir in jedem Entwicklungsabschnitt der in ausschlaggebendem Maß abhängig sind vom ıd des Materials. Der Werkstoff bestimmt den Fort-der Technik. Das Material, nicht nur in seiner Er-; Daseinszweck wichtigster Schlüsselindustrien, n jeden nur denkbaren Zweig menschlicher Ge-tigkeit, es macht seinen Einfluß geltend auf Ge-;, Fertigung und Gebrauchzwecke. Wenn heute mit gerade in Deutschland auf die Notwendigkeit der tsarbeit Wert gelegt wird, dann weiß man: Quali-ıit hat besten Werkstoff zur Voraussetzung.

r Gedanke, diese weittragende Bedeutung des Werk-einer großen wissenschaftlichen Tagung, verbunden er gründlich durchgearbeiteten Schau, als General-zu stellen, ist im Verein deutscher Ingenieure be-or sechs Jahren erörtert worden. Die Durchfüh-chien gesichert, als es gelang, im Verein deutscher üttenleute eine der größten und wichtigsten Werk-uppen für diese große Gemeinschaftsarbeit zu ge-ı. Viele andre wichtige Werkstoffgruppen folgten, begann sehr bald die Zeit emsigster wissenschaft-Vorarbeit. Die Aufgabe wuchs unter der Arbeit so man bald mit Rücksicht auf Zeit und Arbeitskraft schränkung denken mußte. Die Riesenhalle reichte ich nur für die Metalle und die Isolierstoffe der technik. Wird der Erfolg dieser Arbeit, wie sie r öffentlichen Kritik unterliegt, anerkannt, so wer-her andre Werkstoffe, für die zum Teil bereits Arbeitsprogramme vorliegen, folgen.

: Vorsitzende des Vereines deutscher Ingenieure eute bei der Eröffnung tief empfundene Dankes-finden für alle die Kreise, die an dem Zustande-ı des großen Werkes arbeiten konnten. Staatliche dtische Behörden stehen hier neben den großen tech-Vereinen und den für Deutschlands Wirtschaft sten Industrien. Vor allem aber wird er anerken-ıd dankend zu gedenken haben der vielen hundert enen Fachmänner, Ingenieure, Angestellten und r, die, gepackt von dem gesteckten Ziel, alles daran haben, in hingebender Arbeit das Werk zu vollen-as Verzeichnis der Mitarbeiter, die Liste der 197 enden zeigt uns die meisten derer, die heute auf 'achgebieten in Deutschland hervorragend tätig sind.

Die Werkstoffschau will uns aber nicht nur zeigen, wie weit wir es mit den einzelnen Werkstoffen bisher gebracht haben, eine ihrer wichtigsten Aufgaben ist es, den Vorhang vor den großen wissenschaftlichen Arbeitstätten, in denen die Eigenschaften der Materialien ergründet werden, fortzuziehen und der größten Öffentlichkeit zu zeigen, wie und was hier erarbeitet werden muß, um den uns oft so selbstverständlich erscheinenden Stand der heutigen Technik zu erhalten und weitere Fortschritte anzubahnen. Ein riesiges Prüffeld mit vielen hundert Prüfmaschinen und Apparaten der verschiedensten Art wird in voller Arbeit, geleitet von hervorragenden Fachmännern, zeigen, was sich an härtesten Prüfungen der heutige Werkstoff gefallen lassen muß.. Hier lernen wir die technisch-wissenschaftlichen Methoden mitten in ihrer Anwendung kennen, die zu immer tieferem Erkennen der Eigenschaften unsrer Werkstoffe führen. Das Wissen vom Werkstoff allein kann uns zur richtigen Bearbeitung und Verwendung führen. Die großen Kreise der Erzeuger und Verbraucher führt diese Werkstofftagung zu engster Gemeinschaftsarbeit zusammen, und wir hoffen, daß dies ein große Erfolge versprechender Anfang dieses einheitlichen Zusammenwirkens sein wird.

Wer wollte es den Männern, deren ganze Lebensarbeit dem Werkstoff gewidmet ist, verdenken, wenn sie beim Durchwandern der Schau sich dessen freuten, was unter ihrer Mitarbeit heute erreicht ist. Aber gerade die ernsten Fachmänner wissen, wie eng begrenzt in Zeit und Wirkung die Lebensarbeit des einzelnen ist, wie notwendig für den Gesamterfolg das Zusammenarbeiten der Gelehrten, Forscher und Ingenieure der verschiedensten Völker ist und wie vor allem jeder, auch der Größte in einer Generation nur Steine zum Bau herbeitragen kann. Jeder steht auf den Schultern seiner Vorgänger. Diese Tatsache aber wird alle Besucher, die über das Heute nicht das Gestern vergessen, zum dankbaren Erinnern an alle die Männer führen, die suchend und forschend in langer harter Lebensarbeit den Weg bereiten halfen, auf dem das heute schaffende Geschlecht wandelt.

Der Plan, in einer großen historischen Abteilung die Erinnerung an diese Männer und ihre Arbeit wachzurufen, ließ sich aus Mangel an Raum und Zeit nicht durchführen. Es sei deshalb versucht, an dieser Stelle in der gebotenen Kürze einige geschichtliche Tatsachen zusammenzustellen[1]). Und wenn wir diese Erinnerungen aus Anlaß der deutschen Werkstoffschau mit einigen von Künstlerhand geschaffenen Bildnissen von Männern schmücken, die im deutschen Arbeitskreis und darüber hinaus maßgebend gewirkt haben, so sind wir uns natürlich bewußt, daß in England, Frankreich, Skandinavien, Amerika und vielen andern Ländern Männer von großer Bedeutung diesen deutschen Forschern an die Seite zu stellen wären, wenn es sich darum handelte, die Geschichte der Werkstoffkunde und -prüfung durch Bildnisse ihrer großen Männer zu veranschaulichen

[1]) Quellenangaben am Schluß.

Die Kenntnis vom Werkstoff als Voraussetzung jeder technischen Gestaltung, seiner Eigenschaften in bezug auf Bearbeitung und Gebrauch, mußte schon in frühester Menschheitsgeschichte nach und nach durch die Erfahrung des einzelnen und Vererbung des Erkannten von einer zur andern Generation erworben werden. Was wir an Erzeugnissen vorgeschichtlicher Zeiten in unsern Museen finden, zeigt uns bereits oft eine staunenswerte Beherrschung des Materials. Aus Altertum und Mittelalter sind uns Kunstwerke erhalten, die heute mit Recht von den Fachleuten bewundert werden, nicht nur wegen der vollendeten künstlerischen Form, sondern weil sie uns eine Herrschaft über den Werkstoff zeigen, wie er uns, wenn wir der bescheidenen Hilfsmittel jener Zeiten gedenken, kaum erklärlich erscheint.

Die Technik unsrer Zeit, aufgebaut auf Kohle und Eisen, und die früher nicht geahnte Beherrschung der Naturkräfte, brachte die Massenerzeugung und Massenverwendung der metallischen Werkstoffe, und mit ihr entstand die planmäßige wissenschaftliche Erforschung dieser Werkstoffe. Aus diesen Ergebnissen erstand die immer sicherer werdende Gestaltung unsres Bau- und Maschinenwesens. Die neueste Zeit fügte mit der Elektrotechnik eine große Zahl neuer technischer Werkstoffe hinzu, die unter der Bezeichnung elektrotechnische Isolierstoffe in der Werkstoffschau zum ersten Mal in diesem Umfang in ihren Eigenschaften vorgeführt werden.

Am Anfang der Reihe von Forschern, die den Werkstoff und seine Eigenschaften planmäßig wissenschaftlich gefördert haben, steht Galilei (1564 bis 1642). Er hat theoretisch die Bruchfestigkeit fester Körper behandelt, er hat den Begriff der Reißlänge aufgestellt und in seinem Werke „Discorsi" 1638 eingehend den Widerstand rechteckiger und kreisrunder Balken gegen Biegung erörtert.

Vierzig Jahre später fand Robert Hooke (1635 bis 1703) bei der Untersuchung der Elastizität von Uhrfedern das Gesetz von der Proportionalität von Kraft- und Formänderung. Schon er beobachtete die beim Biegen eines Stabes auftretenden Zug- und Druckkräfte. Berühmte Namen aus der Geschichte der Wissenschaften, wie Mariotte (1620 bis 1684), Jacob Bernoulli (1654 bis 1705) und Leibniz (1646 bis 1716) haben die Elastizitätstheorie weiter gefördert. Besondere Verdienste hat sich Coulomb (1736 bis 1806) erworben, der das Widerstandsmoment richtig bestimmte und die Bruchvorgänge so erklärte, daß teilweise seine Auffassung noch heute zutrifft. Coulomb ermittelte auch bereits die Torsionselastizität dünner Drähte auf dem Wege des Versuchs.

An erster Stelle ist hier der große französische Forscher Réaumur (1683 bis 1757) zu nennen, der von 1715 an begann, sich, gestützt auf planmäßige Versuche, mit dem Eisen zu beschäftigen. Wichtige Fortschritte sind ihm zu verdanken. Besonders eingehend befaßte er sich mit den physikalischen Eigenschaften. In seinen berühmten Schriften „Die Kunst, Schmiedeeisen in Stahl zu verwandeln" und „Die Kunst, gegossenes Eisen zu erweichen" behandelt er das Gefüge und die Härte des Werkstoffes. Er benutzt das Mikroskop zur Untersuchung des Gefüges und er fertigt genaue Zeichnungen der Bruchflächen an. Zahlreich sind seine Versuche über das Härten des Stahls.

Sein Zeitgenosse, der holländische Gelehrte Musschenbroek (1692 bis 1761), ist bekannt durch seine sorgfältigen Versuche an den verschiedensten Werkstoffen mit Hilfe von ihm konstruierter Prüfvorrichtungen. Dabei benutzte er zuerst 1729 besonders hergerichtete Zugkörper mit Einspannvorrichtung. Neben Holz hat Musschenbrook englisches und schwedisches Eisen sowie zahlreiche Legierungen auf ihre Zugfestigkeit untersucht. Der schwedische Gelehrte Swedenborg (1688 bis 1772) hat bereits 1734 empfohlen, bei Abnahme von Werkstoffen Stichproben zu entnehmen und sie Biege-, Falt- und Schlagversuchen auszusetzen.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts entstanden die Grundlagen der heutigen Technik. Es gelang, bei der Erzeugung des Eisens das Holz durch Kohle zu ersetzen und damit die Voraussetzung für eine bis dahin noch unbekannte Massenerzeugung dieses wichtigsten Werkstoffes zu erreichen. Vor allem aber schuf James Watt die unbeholfene Feuermaschine Newcomens zur ... maschine um, die die ungeheure Revolution im ... lichen Schaffen der Welt durchführte. Jetzt beg... Zeitalter des Eisens. Es wurde der Ehrgeiz d... nieure, zunächst in England am Ende des 18. Jahrh... das Holz auch als Baustoff durch das Eisen zu ... 1776 bis 1779 wurde die erste größere eiserne Br... Welt in England erbaut. Die Anwendung der Da... auf den Verkehr schuf ungeahnte neue Bedürfniss... Eisenindustrie. Eiserne Schiffe wurden in der erste... des 19. Jahrhunderts verlangt. Vor allem aber wa... Eisenbahn, die nunmehr als einer der größten ... braucher auftrat. Die eisernen Schienen began... nächst in bescheidenen kleinen Stichbahnen, bald z... Eisennetzen sich erweiternd, den Erdball zu umgür... Betriebsmittel verlangten eiserne Achsen und Räde...

Diese neue Zeit stellte die Ingenieure vor ne... Aufgaben. Was die Wissenschaft bisher von de... schaften der Werkstoffe ermittelt hatte, reichte be... nicht aus, ebensowenig wie die bisherigen Erfa... Geniale Ingenieure mußten, gestützt auf ihr kons... Gefühl, große Wagnisse eingehen bei der Durch... ihrer Aufgaben. Die Erfahrungen wurden gesam... gesichtet. Planmäßige große Versuche wurden ... führt, um die Bauwerke mit größerer technische... heit errichten zu können.

Der Ingenieur Thomas Telford (1757 b... wollte eine große Hängebrücke bei Liverpool mit ... 300 m Spannweite bauen. Die Kabel sollten aus ... eisen zusammengesetzt werden. Telford führte z... Zugversuche mit schmiedeisernen Stäben durch. E... auch Proben seiner Seile aus und belastete sie ... chend. Die Einwirkung von Erschütterungen s... dadurch zu berücksichtigen, daß er Gewichte aus ... ten Höhen auf die gespannten Seile fallen ließ. ... Kosten dieser Brücke waren zu hoch, sie kam ... Ausführung. Für die damalige Zeit sehr wichtig... nisse konnte Telford den Ingenieuren durch seine ... Versuche zur Verfügung stellen, die er in de... stätten und auf den Bauplätzen durchführte.

Nicht minder bedeutend waren die Arbeiten ... dern englischen Ingenieurs, Tredgold (1788 b... Er hat die lange Reihe der festgelegten Telfords... gebnisse über Zug-, Druck-, Verdrehungsfestigk... bereits in Zahlentafeln eingeordnet und damit d... tischen Ingenieuren ein Hilfsmittel größten We... ihre Arbeiten geschaffen. Wichtig wurden weiter... suche von Hodgkinson (1799 bis 1861) und ... George Rennie (1791 bis 1866), dem Sohne des ... ten englischen Ingenieurs John Rennie.

Auf der Grundlage, die diese und viele an... nieure und Forscher bis zur Mitte des 19. Jahrhun... schaffen hatten, konnte nun die zweite Jahrhun... erfolgreich weiter bauen. Jetzt begannen sich au... halb Englands, besonders in Deutschland, die F... neuen Technik nach jeder Richtung hin ausz... Überall entstanden mit den Eisenwerken neue M... fabriken und Eisenbauwerkstätten. Die Eisenba... große Abnehmer von Eisen und Stahl hatten au... den Mängeln des Werkstoffs mit am meisten zu ...

Es war deshalb mehr als ein Zufall, daß ge... den Kreisen der Eisenbahnfachmänner heraus ... Versuche zur Erforschung der Werkstoffe und ihr... schaften hervorgingen. August Wöhler (1819 b... ein Lehrersohn aus Soltau, hatte seine Ausbildu... Karmarsch in Hannover erfahren, um dann im „... — in Berlin — bei Borsig mit dem Eisenbahnv... kannt zu werden. 1847 arbeitete er bei der Niedersc... märkischen Bahn in Frankfurt a. d. Oder.

In diese Zeit fallen seine grundlegenden Vers... die hervorragenden wissenschaftlichen Veröffentli... 1851 schreibt er eine wertvolle wissenschaftliche ... lung über Federn für Eisenbahnwagen, und ein ... auf ernennt ihn der preußische Minister zum Mit... „Kommission für Untersuchung von Lokomotiven ... mittlung der besten Konstruktionsverhältnisse d...

1853 folgte ein Aufsatz über die Berechnung d... biegung elastischer Körper, und hiermit im Z...

rschien 1855 seine Abhandlung über die Theorie
kiger eiserner Brückenbalken mit Gitterwänden und
änden. Hier hat Wöhler drei Jahre vor Clapey-
ertvolle Formeln für die Berechnung der Durch-
solcher Balken aufgestellt.

sonders bedeutsam aber für die Eisenbahn und die
Technik wurden seine auf viele Jahre sich aus-
len planmäßigen Versuche über Dauerfestigkeit von
und Stahl, die sich auf einen Zeitraum von 1856 bis
streckten. Die äußere Veranlassung hierzu waren
ufigen Achsenbrüche der Eisenbahnfahrzeuge. Die
rwaltung wünschte, durch Versuche die Einwir-
er Schienenstöße auf die Radachsen zu klären. 1856
Wöhler den Auftrag, die Biegung und Verdrehung
senbahnachsen während der Fahrt zu untersuchen.
konstruierte hierauf eine sehr zweckmäßige Ein-
g, die er bald zur Materialprüfmaschine entwickelte.

den Jahren 1859 und 1860 wurden mit seinen Ma-
die ersten Dauerversuche an Eisen und Stahl
eführt. Wöhler hat hierbei auch zuerst die schäd-
Wirkung scharfer Formübergänge auf die Festigkeit
nstruktion nachgewiesen. Nach Einbau eines Ham-
rkes konnte auch festgestellt werden, inwieweit unter
ng stehende Werkstoffe durch starke Erschütterun-
einflußt werden. Aus den Versuchen ergaben sich
neue Aufgaben, die zu lösen waren. Von 1860 bis
urden auf Grund der bisher erworbenen Erfahrun-
ue Dauerversuche an Eisen, Stahl und Kupfer ange-
Man wollte in erster Linie das Verhalten des Mate-
ei ruhender und wechselnder Belastung feststellen
die Gesetzmäßigkeit, die sich aus den einzelnen Ver-
rgebnissen ableiten ließ. Die Stäbe wurden auf Zug,
g und Verdrehung beansprucht. Die sehr sinn-
und zweckmäßig von Wöhler geschaffenen Maschi-
r seine Werkstoffprüfungen sind heute mit Rück-
auf ihre große geschichtliche Bedeutung Glanz-
des Deutschen Museums in München.

e Ergebnisse der Versuche hat Wöhler in knapper
klar niedergelegt. Diese Zusammenfassungen haben
der Bezeichnung „Wöhlersche Gesetze" große Be-
g für die weitere Entwicklung gewonnen. Wöhler
gelungen, zuverlässige Werte für die bei den ein-
Belastungsarten zulässigen Spannungen zu erhal-
d auch die Dehnung verschiedener Werkstoffsorten
timmen.

England war es David Kirkaldy, der sich be-
858 eine eigne, die erste private Versuchsanstalt,
ichet hatte, um gegen entsprechende Gebühren für
genieure und die Verwaltungen Versuche durchzu-
. Die von ihm 1862 veröffentlichten Ergebnisse
planmäßigen Versuche fanden größte Beachtung.

Süddeutschland war der geniale Ingenieur Ludwig
ler (1808 bis 1885) der Cramer-Klettschen Maschi-
rik, der heutigen Maschinenfabrik Augsburg-Nürn-
dazu berufen, mit seiner ungewöhnlich großen Be-
auch das Materialprüfungswesen sehr zu fördern.
re Hüttenwerke und Eisenbahngesellschaften hatten
Prüfmaschinen älterer Konstruktion aufgestellt.
vern gab der berühmte Brückenbauer Pauli die
ung, die eisernen Zugbolzen der von ihm verwen-
Howeträger durch eine Maschine zu prüfen. Die
. Eisenbahn gab deshalb Werder den Auftrag,
ine solche Maschine zu erbauen. Diese Maschine
1854 im Glaspalast in München ausgestellt, wo sie
ldene Medaille für Kunst und Wissenschaft erhielt.
d auch bei der Großhesseloher Brücke ausgiebige
ndung.

ie Vollkommenes Werder unter den sehr vielen Auf-
die ihm in seiner umfangreichen Ingenieurtätig-
stellt wurden, geleistet hat, zeigt, daß die wesentlichen
seiner Maschinen beibehalten worden sind und noch
in vielen Materialprüfungsanstalten gern benutzt
. Ihre große Leistung, die bis zu Kraftäußerun-
n 100 000 kg ging, ermöglichte es erst, die Brücken-
eder in natürlicher Größe zu prüfen. Culmann in
beschaffte bereits 1866 für die dortige Technische
hule eine Werder-Maschine. Im gleichen Jahr er-
hielt Schneider & Cie. in Creusot eine solche Maschine und
1872 konnte in dem neuerrichteten mechanisch-technischen
Laboratorium der Technischen Hochschule in München,
das von Prof. Bauschinger — dem um die Materialprü-
fungswissenschaft hochverdienten Gelehrten — eine Wer-
der-Maschine in Betrieb genommen werden.

Bauschinger (1834 bis 1893) hat von München
aus die Werkstofforschung ungemein gefördert. Mit ihm
beginnt die Zeit der Materialprüfung in Deutschland in
engster Verbindung mit den technischen Hochschulen.
Spangenberg wurde mit der Weiterführung der Wöhler-
schen Versuche in der Berliner Gewerbe-Akademie beauf-
tragt. Hieraus entwickelte sich 1876 eine „Versuchs-
station" zur Prüfung der Festigkeit von Eisen und Stahl,
die später mit der Technischen Hochschule in Charlotten-
burg verbunden wurde.

Wöhler war nicht mit der Feststellung seiner Ver-
suchsergebnisse zufrieden. Er hat dann von seiner Stel-
lung als Eisenbahndirektor und Mitglied der General-
direktion der Reichseisenbahn in Straßburg aus weiter in
der Richtung seiner Arbeiten gewirkt. Als Mitglied des
Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisen-
bahnverwaltungen stellte er 1876 den Antrag auf „Ein-
führung einer staatlich anerkannten Klassifikation von
Eisen und Stahl". In dem Antrag stellt er zunächst fest,
daß eine solche amtlich anerkannte Klassifikation sehr
wünschenswert sei. Zur Durchführung solle man amt-
liche Prüfungsanstalten, die für jedermann gegen ent-
sprechende Entschädigung zur Verfügung stehen müßten,
gründen. Ferner sollten mit einzelnen dieser Prüfungs-
anstalten Versuchsstationen verbunden werden. Hier
sollte unter geeigneter Leitung durch ausgedehnte Ver-
suche festgestellt werden, welche Ansprüche an die Werk-
stoffe für bestimmte Leistungen gestellt werden könnten.

Hiermit hat Wöhler zum erstenmal die Forderung
nach einer staatlichen Materialprüfungsanstalt aufge-
stellt, und mit Recht konnte 28 Jahre später, als das
Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde eröffnet
wurde, dieses Amt Wöhler in dankbarer Verehrung als
Mitbegründer bezeichnen. Zu seinem Antrag hat Wöhler
in einer Denkschrift noch ausführlich Stellung genom-
men, die erkennen läßt, wie er die weittragende Bedeu-
tung seiner Anregung erkannte.

Als eine Grundbedingung stellte er hin, „daß der
Wert einer jeden Arbeit recht geschätzt und entsprechend
bezahlt würde". Wenn aus mangelnder Sachkenntnis
der Abnehmer eine Arbeit nicht ihrem Wert angemessen
geschätzt und bezahlt werde, so könne der betreffende
Industriezweig nicht zur Blüte gelangen. Der nationale
Wohlstand aber müsse leiden, wenn ein erheblicher Teil
der nationalen Arbeit auf ein Material verwandt werde,
dessen Wert sich nicht in einem der Arbeitsleistung ent-
sprechenden Maß erhöhe. Wenn Geschäftskonjunkturen
einträfen, meinte Wöhler, die den betreffenden Industrie-
zweig vom Weg ruhiger Entwicklung abdrängten, wenn
infolgedessen Nachfrage und Preis in ungewöhnlichem
Maße stiegen, dann könne auch die Verarbeitung eines
Werkstoffes geringerer Güte noch lohnend erscheinen.
Dabei trete aber schon die Versuchung heran, ein gerin-
gerwertiges Produkt dem besseren unterzuschieben, um
den gleichen Preis dafür zu erlangen. Dies werde um so
mehr gelingen, je schwieriger die Qualität des Fabrikates
sich erkennen lasse und je dringender die Nachfrage sei.
Wenn dann weiter der zu erzielende höhere Gewinn
immer mehr nach dieser schlimmen Seite dringe, so werde
man auch unabsichtlich, statt produktiv zu wirken, das
Fundament für die Existenz der soliden Arbeit unter-
graben. Wenn dann bei solcher Geschäftslage ein Rück-
schlag eintrete, eine starke Überproduktion die Folge
sei, dann könne man nicht genug tun im Herunterwerfen
der Preise. Alles werde mit fortgerissen, selbst die
Werke, die gutes solides Fabrikat lieferten, könnten
nicht mehr widerstehen, weil der Wert ihrer Ware nicht
richtig gewürdigt werde.

Leicht geschehe es dann, führt er weiter aus, daß
infolge der schlechten Geschäftslage gerade die Werke,
die geringe Ware fabrizieren, erhalten blieben. Es müsse
aber unbedingt im wirtschaftlichen Interesse stets ver-

langt werden, daß nicht das Gute und Solide zugrunde gehe und das Schlechte und Unsolide erhalten bliebe. „Dies zu verhindern, gibt es nur ein, und zwar ein sehr einfaches Mittel, welches darin besteht, daß der Wert des Produktes für jedermann klargestellt wird.“

In der Denkschrift bringt Wöhler dann weiter, um zu beweisen, wie unzuverlässig damals der vorhandene Werkstoff und die dafür vorgeschriebenen Abnahmeversuche noch waren, in einer Zahlentafel das Ergebnis der Festigkeitsversuche der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten. Wir finden hier in der Festigkeit Unterschiede von fast 100 vH. In seinem Vorschlag betont aber auch Wöhler ausdrücklich, daß solche Festlegungen, wenn auch staatlich festgesetzt, nicht unabänderlich sein dürfen, damit sie den Fortschritten der Industrie folgen können.

Der Wöhlersche Antrag fand zunächst in Deutschland und Österreich scharfen Widerspruch. Man kritisierte Einzelheiten der Vorschläge und fürchtete unüberwindliche Erschwerungen in der Produktion ohne Anerkennung der besseren Ware durch höhere Preise. Diesem letzteren widersprach der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen, indem er sich durchaus auf den Standpunkt stellte, daß die Eisen- und Stahlwerke, „welche so Vortreffliches geleistet haben, volle Anerkennung verdienen, die sich nicht auf Worte beschränken darf, sondern zur Tat werden muß, und zwar dadurch, daß die Eisenbahn sich in ihrem eigenen wohlverstandenen Interesse entschließt, für bessere Ware auch den angemessenen höheren Preis zu zahlen“.

C. v. Bach

Auf dieser Grundlage war schließlich auch eine Einigung zwischen Erzeugern und Verbrauchern zu erzielen. Gerade die Geschichte der Wöhlerschen Arbeiten läßt erkennen, wie stark durch das Prüfen der Werkstoffe die Güte des Materials und die solide Arbeit gefördert worden ist.

Auf der Münchener Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure 1878 hat Bauschinger in einem großen Vortrag „über Einrichtung und Ziele von Prüfungsanstalten für Baumaterialien und über die Klassifikation der letzteren, insbesondere des Eisens und Stahls“ zu den deutschen Ingenieuren gesprochen. Als Zweck seines Vortrages gibt er an, eine ruhige und objektive Betrachtung über die Frage der Klassifikation, die in jüngster Zeit soviel Staub aufgewirbelt habe, zu veranstalten. Er wolle seine Hörer davon überzeugen, daß die Gründe, die bei den Vorschlägen Wöhlers maßgebend waren, Beachtung verdienen; „denn nur durch objektive Behandlung der Sache und ruhige Überlegung kommen wir zu einem Ziel, während leidenschaftliche Erörterungen immer nur rückwärts, nie zum Fortschritt führen, den wir alle wünschen“.

Als Bauschinger, wie bereits erwähnt, 1871 das erste mechanisch-technische Laboratorium an der Technischen Hochschule in München eröffnen konnte, faßte er seine Aufgabe noch sehr weitgehend auf. Er wollte die Konstanten der Mechanik bestimmen, deren Kenntnis für die Anwendung dieser Wissenschaft in der Praxis notwendig sei. Das ganze Gebiet der Festigkeits- und Elastizitätslehre, das hierin liegt, ja selbst die Erfassung des Arbeitsverbrauchs bei Werkzeugmaschinen, Widerstandsbestimmungen von Fuhrwerken und Eisenbahnen zog er in seinen Arbeitsplan. Diese Aufgaben waren nach unsrer heutigen Erfahrung viel z
für ein Laboratorium, un
schinger mußte sich mit
legenden Versuchen der
zität und Festigkeit der
struktionsmaterialien beg

Zu dem Münchener L
torium kamen noch andre.
erhielt 1879 ein solche
C. B a c h stellte in Stuttga
Württembergischen Bezirk
des Vereines deutscher
nieure 1881 den Antrag,
dem Überschuß der La
werbeausstellung ein Betr
15 000 bis 20 000 Mark d
nutzt werden sollte, um ei
terialprüfungsanstalt in S
zu errichten. So bescheiden
die Anforderungen. Weit
standen Anstalten in C
und Berlin, und aus den
ten dieser verschiedenen
ten erwuchs das Bedürfni
Normen für Prüfverfahr
auf diesem Wege Versuch
nisse vergleichen zu

Um diesem Bedürfnis
sprechen, berief Bausching
erstenmal am 22. Septemb
die Vorstände der beste
Prüfanstalten, die Vertre
Technik und Industrie, un
Erzeuger und Verbrauch
einer „Konferenz zur Vereinbarung einheitliche
fungsmethoden“. Die von 79 Teilnehmern be
sehr wichtigen Sitzungen führten zu einer
digen Kommission zur Vereinbarung einheitliche
verfahren. Die Arbeiten dieser Kommission füh
einem vollen Erfolg. Andre Bauschinger-Konf
folgten, und hieraus entstand der Internationale
für Materialprüfungen der Technik, aus dem si
der Deutsche Verband für Materialprüfungen der
entwickelte. Die Anregung hierzu gab C. v. Ba
sich der Direktor der Mechanisch-Technischen V
anstalt, A. M a r t e n s, anschloß.

Ungemein große Verdienste hat sich A. Mar
die Weiterentwicklung der Werkstoffkunde u
Prüfwesens erworben. In der Materialprüfansta
terfelde hat er unter seiner Leitung, unterstützt v
reichen Mitarbeitern, grundlegende Arbeiten auf d
schiedensten Gebieten der Werkstoffe durchgefüh
besonderes Verdienst ist ihm die Einführung des
skops in großem Umfange zu danken. Dem en
Forscher H. C. S o r b y (1826 bis 1908) war es
lungen, mikroskopische Bilder der Bruchfläch
Eisen zu photographieren. Seine Arbeiten fan
nächst aber fast keinerlei Beachtung. Erst A.
hat 1878 das Ergebnis seiner mikroskopischen
suchungen über die Schliffe von Eisen in diese
schrift 1878, 1879 und 1880 veröffentlicht. H. W e
(1834 bis 1908) hat dann die photographische Wie
des Mikroskopbildes in großem Umfang benutzt.
b u r (1839 bis 1906) hat darauf hingewiesen,
Legierungen als Lösungen der Metalle ineinande
sehen sind. Der leider zu früh verstorbene Mit
Martens', H e y n, (1867 bis 1922) hat gerade a
diesem Gebiete weitere große Erfolge erzielt.

In der Metallographie hat man die großen F
auch dadurch für immer geehrt, daß man gewissen
bestandteilen der Eisenkohlenstoff-Legierungen i
men gegeben hat, z. B. Martensit, Sorbit, Ledeburi

Die vielen eingehenden und sorgfältigen
suchungen von K i c k (1840 bis 1915), der das
der proportionalen Widerstände aufstellte, u
A. F ö p p l (1854 bis 1924), der sich im besonde
der Elastizitätslehre beschäftigte, haben die bis

AUGUST WÖHLER (1819 bis 1914)

LUDWIG WERDER (1808 bis 1885)

JOHANN BAUSCHINGER (1834 bis 1893)

ADOLF MARTENS (1850 bis 1914)

CH ZEICHNUNGEN VON JULIUS C. TURNER

FRIEDRICH KICK (1840 bis 1915)

AUGUST FÖPPL (1854 bis 1924)

EMIL HEYN (1867 bis 1922)

LUDWIG v. TETMAJER (1850 bis 1905)

KUNSTBEILAGE II ZUR ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE 1927 NR. 43

.CH ZEICHNUNGEN VON JULIUS C. TURNER

ebiete der Festigkeitslehre
eten Arbeiten ungemein er-
und vertieft.
enn ich in diesem kurzen
ick davon absehe, auch
ervorragenden Arbeit der
r zu gedenken, die heute
n vollem Schaffen die Ent-
ng weiter fördern, so wäre
h eine empfindliche Lücke,
ich hier nicht mit großer
arkeit und Anerkennung
roßen Lebensarbeit C. v.
s gedächte, des Nestors
m Gebiet der Materialprü-
nd vor allem der Nutzbar-
ng der Ergebnisse für die
sche Ingenieurarbeit. Ein
in die lange Liste der
entlichungen Bachs zeigt,
elch unermüdlicher Aus-
er hier als For-
und Lehrer gearbeitet
Die sehr lesenswerte Ab-
ng seines Schülers und
rigen Mitarbeiters R.
ıann in Stuttgart über
aterialprüfungswesen wäh-
er letzten vier Jahrzehnte
it besonderer Klarheit er-
, was Bach mit seinen Ar-
für die gesamte Technik
t hat.

Österreich war es Ex-
der in unermüdlicher Schaffenskraft noch heute
st, gelungen, durch immer erneuten Hinweis auf
deutung der Werkstoffprüfung in Verbindung mit
379 begründeten Technologischen Gewerbemuseum
n Wien eine Versuchsanstalt für Bau- und Ma-
material zu errichten.

tmajer (1850 bis 1905) hat 1880 in Zürich der
lprüfung eine hervorragende Stätte bereitet. Als
1 nach Wien berufen wurde, setzte man auf seine
n große Hoffnungen. Es war ihm aber nur ver-
wenige Jahre hier zu wirken.

neuerer Zeit untersucht man neben den Festigkeits-
haften, dem Gefügeaufbau und der chemischen Zu-
nsetzung das Verhalten der Werkstoffe bei dauern-
d zwar wechselnder und schwellender Belastung.
Verarbeitung berücksichtigt man die Eigenschaften
nzelnen Werkstoffe, wobei die Kalt- oder Warm-
g von Bedeutung ist. Man bestimmt die Verschleiß-
eit, indem man die Versuchsanordnung möglichst
rklichen Beanspruchung anpaßt. Besonders wert-
nd die Prüfungen ganzer Konstruktionsteile unter
dingungen, wie die Teile in der Praxis beansprucht
.

s Förderer der Kenntnisse über die Werkstoffe
. a. noch folgende genannt: In Frankreich Rondelet
is 1829), Berthollet (1748 bis 1822), Poisson (1781
1), Navier (1785 bis 1835), Osmond (1849 bis 1912),
, Fremont, Sauveur, Guillet, Le Chatelier; in Eng-
untsman (1704 bis 1776), Mushet (1772 bis 1847),
-Austen (1843 bis 1902), R. Hadfield, H. M. Hove,
ferner in Holland Roozeboom (1854 bis 1907), in
len Brinell (1849 bis 1925), in Österreich Jüptner v.
ff, in Ungarn Rejtö, in Rußland Tschernoff.

eser kurze geschichtliche Überblick, der auf irgend-
Vollständigkeit keinen Anspruch erheben kann,
kennen, welche riesigen Fortschritte unser Wis-
m Werkstoff in den letzten drei Menschenaltern
die zähe wissenschaftliche Arbeit ganzer Genera-
von wissenschaftlichen Arbeitern erfahren hat.

W. Exner

Wer heute mitten in diesen Arbeiten steht, weiß, daß trotz allem Erreichten noch ungeheure Probleme der Bearbeitung harren. Auch hier stehen wir nicht am Ende, sondern am Anfang neuer Entwicklungen, und wenn wir aus der Werkstofftagung, aus der Stimmung dessen, was erreicht ist, den Mut gewinnen, weiter zu arbeiten, so ist hiermit viel erreicht.

Die großen wissenschaftlichen Institute, die heute in Deutschland und andern Ländern der Forschung dienen, sind nicht mehr zu vergleichen mit den bescheidenen Anfängen vor 50 Jahren. Und zu den nur der Wissenschaft dienenden Laboratorien kommen, seit Alfred Krupp sich 1862 in London die erste Zerreißmaschine kaufte, um damit ein erstes Laboratorium zu begründen, zahlreiche Werkforschungsstätten größten Ausmaßes.

Wenn sich die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit ebenso vertieft hätten wie die Arbeitsstätten sich ausgedehnt haben und der Wert ihrer technischen Ausrüstung gestiegen ist, so würde das heute Erreichte in keinem Verhältnis mehr stehen zu dem, was man vor einem halben Jahrhundert erzielen konnte. So sehr wir auch diese wissenschaftlichen Arbeitstätten brauchen, und so sehr wir auch wünschen, daß die Öffentlichkeit in diesen Instituten große Mittel zur Verfügung stellt, der Erfolg hängt heute, wie immer, in hohem Maße von der Bedeutung der Persönlichkeit ab, der diese Arbeiten anvertraut sind.

Als Bauschinger in dem schon erwähnten großen Vortrag 1878 im Verein deutscher Ingenieure über die Einrichtung von Prüfungsanstalten berichtete, schätzte er die Kosten der erstmaligen Einrichtung auf etwa 12 000 Mark, und er glaubte, daß zwei Zimmer ausreichten. Dann aber kommt er auf die Auswahl des Leiters zu sprechen. Woher man ihn nehme, sei im allgemeinen ganz gleichgültig, „wenn nur der Betreffende mit den nötigen technischen Kenntnissen ausgerüstet ist und wenn er nur Lust und Liebe zur Sache hat. Dieser letztere Punkt ist aber vor allem zu betonen; denn wenn Sie die Mittel für Gründung und Fortführung solcher Anstalten noch so reichlich gewähren, und Sie haben nicht jemand, der mit voller Hingebung sich an den Arbeiten beteiligt, so sind sie nutzlos aufgewendet, während andernfalls selbst weitgehende Anforderungen mit verhältnismäßig geringen Mitteln erfüllt werden können." Diese Worte, vor fast 50 Jahren gesprochen, sind noch heute uneingeschränkt richtig. Sie begründen auch die Dankbarkeit, die wir alle als Nutznießer solcher wissenschaftlichen Arbeit für die empfinden, die vor uns gewesen sind und die den Grund dafür gelegt haben, was Werkstofftagung und Werkstoffschau heute zu zeigen haben.

Benutzte Quellen: A. B. W. Kennedy, The Use and Equipment of Engineering Laboratories; London 1887. — L. Beck, Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung; Braunschweig 1897. — A. Leon, Die Entwicklung und die Bestrebungen der Materialprüfung; Wien 1912. — R. Baumann, Das Materialprüfungswesen und die Erweiterung der Erkenntnisse auf dem Gebiete der Elastizität und Festigkeit in Deutschland während der letzten vier Jahrzehnte; Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie Bd. 4 (1912) S. 147. — R. Blaum, August Wöhler (1819 bis 1914); Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie Bd. 8 (1918) S. 35. — Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure. — „Stahl und Eisen".

[B 882]

Die Festigkeitsaufgabe und ihre Behandlung

Von Dr.-Ing. Max Enßlin, Esslingen

Der augenblickliche Zustand der Festigkeitsrechnung — Die Festigkeitsaufgabe — Einfache und zusammengesetzte Beanspruchun — Lösung nur durch Versuch — Wert der Rechnung — Abriß der Geschichte der Elastizitäts- und Festigkeitslehre — Festigkeit hypothesen und Versuche — Hypothese der elastischen Arbeit, am besten durch Versuch bestätigt — Betriebserfahrung und z lässige Anstrengung — Stellung zu den Werkstoffmängeln.

Der augenblickliche Zustand

Wenn ein Ingenieur die Abmessung eines Bau- oder Maschinenteiles vorausberechnet oder die Beanspruchung bei gegebener Abmessung nachrechnet, um sicher zu sein, daß der Teil fest genug ist, so geht er von der zulässigen Anstrengung des Werkstoffes aus. In den Ingenieur-Taschenbüchern befinden sich Tafeln der zulässigen Anstrengung der gebräuchlichsten Eisenarten: Stahl, Flußstahl, Schweißstahl, Stahlformguß, Gußeisen.

Am meisten verbreitet sind in Deutschland die von Bach aufgestellten Tafeln. Sie enthalten Werte der zulässigen Anstrengung auf Zug, Druck, Biegung, Drehung und Schub für die drei Fälle ruhender, pulsierender und schwingender Belastung, die als Belastungsfall 1, 2 und 3 bezeichnet werden. Die zulässigen Anstrengungen in den Fällen 1 bis 3 sind von Bach auf Grund der Versuche Wöhlers mit Stahl im Verhältnis 3 : 2 : 1 angenommen, ein Verhältnis, das nach Angabe Bachs in der Praxis des Maschinenbaues mit der Zeit sich in ähnlicher Weise herausgebildet hat[1]).

Da Bach die größte Dehnung des Werkstoffes als Maß für die Anstrengung annimmt, so ist rechnerischer Überlegung zufolge die zulässige Normalspannung gleich dem 1,3fachen der zulässigen Tangentialspannung, also $k_n = 1{,}3\,k_t$; die Verhältniszahl liegt in der Tafel zwischen 1,25 und 1,5[2]), für Schweißstahl beträgt sie 2,5. Der Ingenieur, der die Bachschen Werte der zulässigen Anstrengung benutzt, muß die größte Dehnung oder die durch Division mit der Dehnungsziffer $\alpha = 1 : E$ sich ergebende resultierende Anstrengung (auch reduzierte oder ideelle Spannung) berechnen und mit einem in der Tabelle enthaltenen Wert k_n vergleichen.

Dieser ganz bestimmten Art der Festigkeitsberechnung liegt eine ganz bestimmte Festigkeitshypothese, die sogen. Größtdehnungshypothese zugrunde; jene und die Bachsche Tabelle gehören untrennbar zusammen. Wird das Verhältnis $k_n : k_t = 1{,}3$ geändert, so muß auch die Dehnungshypothese aufgegeben und durch eine andre ersetzt werden. Ferner wäre es falsch, bei zusammengesetzter Beanspruchung die größte Spannung zu berechnen (ausgenommen bei einfachem Zug und Druck) und diese mit den in der Bachschen Tabelle enthaltenen Werten zu vergleichen.

Auch auf die Ungleichartigkeit des Werkstoffes, z. B. des Schweißeisens, ist in der Bachschen Tabelle Rücksicht genommen; ferner darauf, daß bei gleichzeitiger Normal- und Tangentialanstrengung beide verschiedenen Belastungsfällen folgen können.

Schon diese Darlegungen zeigen, daß die Frage der zulässigen Anstrengung des Werkstoffes eine ganze Reihe von Einzelfragen in sich birgt. Eine eingehende Erörterung der Frage ist dadurch gerechtfertigt, daß es sich um die Grundfrage der Festigkeitslehre und der Verwendung des Werkstoffes handelt, mit der der rechnende Konstrukteur Tag für Tag zu tun hat, mit der sich vertraut zu machen er um so mehr veranlaßt ist, als für Sonderwerkstoffe Tabellen der zulässigen Anstrengung nicht bestehen. Der Konstrukteur ist dann auf sich selbst gestellt und muß sich auf Grund von Versuchsergebnissen an Zerreiß- und anderen Proben, sowie unter Beachtung der im Einzelfall in Betracht kommenden Verhältnisse selbst ein Urteil bilden und sich für den angemessenen Sicherheitsfaktor entscheiden. Selbständiges und sachliches Urteil erwächst aber nur auf dem Boden der Sachkenntnis.

Abgrenzung der Festigkeitsaufgabe

Die Bemessung eines Maschinenteiles muß einer Reihe von Anforderungen genügen. Es darf kein Bruch auftreten, es soll aber auch am Werkstoff gespart u Werkstoff an den einzelnen Stellen des Maschi möglichst gleich gut ausgenutzt werden. Bruchsich nun zwar jeder Bau- und Maschinenteil sein, das wendig, aber nicht immer hinreichend für sei brauchsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit. Vielfach andere Rücksichten den Ausschlag, z. B. darf si Welle nicht so stark verbiegen, daß die Lager heiß oder daß ein auf der Welle sitzender Dynamoan streift. Eine Werkzeugmaschine muß so stark b sein, daß sie genaue Arbeit liefert, sie darf weder nachgeben, noch zu sehr elastisch federn oder e Zwangläufig zusammenarbeitende Teile dürfen sic fast in keinem Fall im Betrieb bleibend verforn Beanspruchung muß unter der Elastizitätsgrenze Das ist auch bei Federn der Fall, die bei Übers der Elastizitätsgrenze, die sie vor der Ingebrauc haben, lahm werden. Manche Gebrauchstücke mü stark gemacht werden, daß im Betrieb keine Kl oder Undichtheit entsteht. Auch die Herstellbark Wirtschaftlichkeit der Herstellung, der Pre Weiterverarbeitung, bestehende Normen und selbst barkeit und Platzbedarf können maßgebend sein.

Von alledem werden im folgenden nur die F trachtet, in denen die Beanspruchung eines Geb stückes genügend weit unter der Bruch- oder Elas grenze liegen muß. Hierbei ist die einfache und mengesetzte Beanspruchung zu unterscheiden.

Zu den einfachen Fällen der Beanspruchung reiner Zug oder Druck oder reine Drehung; Biegu Schub allein können auch hierher gerechnet werde kann sie durch einfache Festigkeitsversuche an untersuchen.

Vom Standpunkt des Versuches oder der äuße lastung aus ist die Verwindung eines Stabes ein e Belastungsfall; der im Innern des verdrehten Sta vorgerufene Spannungszustand ist jedoch nicht m einfachste (axiale), sondern schon ein zusammeng (ebener). Ich werde nur Zug und Druck (auch re gung von Stäben) als einfache Beanspruchungsf sehen.

Aus Zug-, Druck- und Verdrehungsversuch hervor, wie weit man bei reiner Zug-, Druck- ode beanspruchung mit der Belastung gehen darf. Bes man die Betrachtung zunächst auf Fälle, in dene bleibenden Verformungen zugelassen werden könn auf Werkstoffe, bei denen die ersten bleibenden mungen unter merklich gleichbleibender Belastu treten, die also eine sogenannte Fließ- oder Strec haben, so bildet die Spannung an der Streckgren die an der Streckgrenze vorhandene elastische Verf (Dehnung) die Grenze der zulässigen Anstrengun anderen Werkstoffen und von der Bedeutung der zitäts-, Streck- und Proportionalitätsgrenze, sowie Bruchgrenze als Beanspruchungsgrenze wird spä gehend die Rede sein müssen.

Bei den einfachen Beanspruchungen ist es lei Begriff der Sicherheit aufzustellen in dem Ve Grenzanstrengung, geteilt durch die Anstrengung trieb, oder den Begriff der zulässigen Anstrengun der Grenzanstrengung, geteilt durch die Sicherheit können für einfache Beanspruchung leicht Glei für die Bemessung von Zug- oder Druckorganen u Verdrehungsstäben aufgestellt werden.

Die Schwierigkeiten beginnen erst bei zusan setzter Beanspruchung, z. B. bei der im Maschi nieurwesen so häufig vorkommenden Beanspruchun Welle oder eines Kurbelarmes auf Biegung und D bei der Beanspruchung von Schrauben auf Zug ode mit Drehung, bei der Beanspruchung eines dün

[1]) In „Hütte" 1925 ist 2 : 1,2 : 1 gesetzt.
[2]) In „Hütte" 1925 ist das Verhältnis ziemlich gleichbleibend zu 1,25 gewählt.

...ndigen Hohlzylinders durch inneren Überdruck, bei ...egung von ebenen und gewölbten Wandungen, von ...und Laufring. Genau genommen gehört schon die ...e Drehung hierher. Nunmehr versagen die Hilfs... die bei einfacher Beanspruchung zum Ziel geführt ... Man braucht neue Versuche und neue theore... Auffassungen über das Maß der zusammengesetzten ...ngung, die weiterhin zur Aufstellung von Gleichun...r die Bemessung zusammengesetzt beanspruchter ... führen und die Anwendung des Begriffes der Sicher...gen das Auftreten der Streckgrenze auch bei be... zusammengesetzter Beanspruchung ermöglichen, ...lle drei Hauptnormalspannungen tätig sind.

...n will nun zeigen, was durch Versuche allein er... werden kann und was nicht. Damit man sich ... zurechtfinden kann hinsichtlich der Stufen der ...schaftlichen Entwicklung, sei an Bekanntes aus der ...omie erinnert. Tycho de Brahe beobachtete den ...ler Planeten. Kepler stellte auf Grund dieser ...htungen seine drei Planetengesetze auf. Newton ... das allgemeine Gravitationsgesetz auf, aus dem die ...ngsgesetze für zwei in Wechselwirkung stehende ...n in Übereinstimmung mit Keplers Gesetzen durch ...ng abgeleitet werden konnten. Man erkennt deut...e Stufen: Beobachtung, empirische Regel, Theorie ...geleitetes Gesetz. Auf der höchsten Stufe ist ein ...tmaß von Versuchen nötig. Wir sehen nun, wie ...r Lösungsgang bei der Festigkeitsaufgabe gestaltet.

Grundsätzliches über den Lösungsgang

...e Versuche kann man sich z. B. im Hinblick auf die ...ruchung einer Schraube grundsätzlich, wie folgt, ...eführt denken: Ein Rundstab, Abb. 1, etwa aus ...artem Stahl, wird mit einem Drehmoment M_d be... das am Rand des Querschnitts eine größte Dreh...ng τ, Abb. 2, hervorruft; der so vorbelastete Stab ...n der Zerreißmaschine einem wachsenden Zug Z ...orfen, bis die Streckgrenze bei einer Zugspannung σ ...t ist. Der Versuch wird mit andern Vorspannun...wiederholt, und es werden auf diese Art zusammen...ge Werte der Spannungen σ und τ ermittelt, die den ...toff an die Streckgrenze bringen. Unter den Er...gen befinden sich auch die Zugstreckgrenze $\sigma = S_z$, ...nd die Drehstreckgrenze $\tau = S_d$, $\sigma = 0$, Abb. 3.

...egt ein Bildpunkt auf der Kurve, so befindet sich die ...nd τ gespannte Stelle des betreffenden Werkstoffes ... Streckgrenze; liegt er innerhalb oder außerhalb, so ...t sich der Werkstoff unterhalb oder oberhalb der ...grenze. Offenbar gilt für jede Gebrauchstemperatur ...ndere Grenzkurve. Bei einer ausgeführten Welle ...ei einer Schraubenspindel kann man mit Hilfe der ... Anfänger geläufigen Dreh- und Biegegleichungen σ ... an der am meisten beanspruchten Stelle aus...n und dann mit Hilfe von Abb. 3 entscheiden, ob die ...grenze in der Welle überschritten ist oder nicht. ...ann aber nicht sagen, wie groß die Sicherheit gegen ...berschreiten der Streckgrenze ist, auch nicht, wie ...ie durch σ und τ bewirkte Gesamtanstrengung ist, ... fehlt die Gleichung, die schließlich auch die Be...ng gestatten würde. Auch die Bemessung könnte man ... Probieren lediglich nach Abb. 3 ausführen.

...an erkennt: 1. Die Versuche mit zusammengesetzter ...ruchung sind unbedingt nötig; man kommt mit den ...en Zug-, Druck- und Drehversuchen nicht aus. ... können in einfachster Weise praktisch nutzbar ge... werden. 3. Man kann die Gesamtbeanspruchung, ...gerufen durch die zusammengesetzte Belastung, nicht ...nen; es fehlt eine Gleichung, aus der man die Höhe ...erkstoffanstrengung mit einer einzigen Vergleich...usrechnen kann; vor allem auch der physikalische ...ke, der dieser Gleichung zugrunde liegt. 4. Für ... Fälle zusammengesetzter Beanspruchung müßten ...ersuche, entsprechend den beschriebenen, angestellt ...n. Da entsteht das Bedürfnis, die Zahl der erfor...en Einzelversuche möglichst einzuschränken und ...öglichst alle Fälle der Beanspruchung umfassende ...e zu besitzen, die sich auf ein Mindestmaß mög... einfach ausführbarer Versuche stützt.

Die Elastizitätslehre zeigt, wie man die am meisten gespannte und verzerrte Stelle und den Spannungs- und Verzerrungszustand daselbst ermittelt. Unter welchen Umständen die Streckgrenze eintritt, wird in der Elastizitätslehre nicht erörtert; darüber weiß man zunächst, aus der Elastizitätslehre oder aus der Festigkeitslehre der einfachen Beanspruchungen herkommend, gar nichts. Mangels brauchbarer Unterlagen sind schon frühzeitig Annahmen gemacht worden, z. B. es trete die Elastizitätsgrenze ein, wenn die größte Spannung einen dem Werkstoff eigentümlichen Grenzwert überschreitet; andre hielten die größte Dehnung, die größte Schubspannung, die elastische Arbeit an 1 cm³ Werkstoff u. a. m. für maßgebend. Entsprechende Annahmen sind bezüglich der Bruchgrenze gemacht. Man nennt die Bedingungen für den Eintritt der Elastizitäts- und Bruchgrenze Festigkeitsbedingungen, Festigkeitsannahmen oder -hypothesen, vielfach, wenn auch nicht zutreffend, Festigkeitstheorien. Die Festigkeitshypothese und die auf ihr beruhenden Gleichungen zur Berechnung der Anstrengung oder der Abmessungen von Bauteilen bilden den Inhalt der Festigkeitslehre.

Die Hauptfrage, welche Umstände den Eintritt des Bruches oder der Elastizitätsgrenze bedingen, ist jedoch erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in allgemeiner Form gestellt.

Abb. 1 und 2
Zusammengesetzte Beanspruchung eines Stabes auf Biegung und Verdrehung

Abb. 3
Fließgrenze bei Versuchen über die zusammengesetzte Beanspruchung nach Abb. 1 und 2

Abriß der Geschichte der Elastizitäts- und Festigkeitslehre

Es erscheint nützlich, die geschichtliche Entwicklung des Problems in Kürze zu verfolgen; es wird sich dabei herausstellen, was für unsere Frage wesentlich und wertvoll ist: die Klärung der Grundbegriffe, die formalen Hilfsmittel, die Kenntnis des Werkstoffes, die Anregungen und Anforderungen der Praxis, ein vernünftiges Verhältnis zwischen der Wichtigkeit einer Aufgabe und dem Aufwand an Hilfsmitteln zur Lösung, der Aufstieg von der Behandlung des einzelnen Falles zu der von Gruppen auf einheitlicher, experimenteller und theoretischer Grundlage, der Gültigkeitsbereich einer Theorie, die Stellung gegenüber den Werkstoffmängeln.

Die alten Völker haben die Abmessungen ihrer Bauwerke, soweit nicht künstlerische Rücksichten den Ausschlag gaben, auf rein empirischem Weg gewählt. Von Festigkeitsberechnung und vom genaueren Verhalten der Werkstoffe war nichts bekannt. So richteten die alten Römer ihre Holz- und Steinbrücken, das Gewölbe des Pantheon u. a. m. Sehr wahrscheinlich wurden auch Handwerksregeln gebildet und etwas geschaffen, was man Normung oder Typisierung auf empirischer Grundlage nennen kann, während Normung und Typisierung heutzutage auf wissenschaftlicher Grundlage vorgenommen werden. In der Form der Handwerksregel konnten die einmal gemachten Erfahrungen, so gut oder schlecht sie in dieser Regel erfaßt waren, der Nachwelt überliefert werden. In diesem Zustand der Technik mußte man es immer auf den

Erfolg ankommen lassen, ob ein Bauteil stark genug gemacht war oder ob der Werkstoff die Belastung aushielt. Es war zwar möglich, die einmal gemachte Erfahrung auf ähnliche, nicht zu sehr verschiedene Fälle zu übertragen; war aber die Verschiedenheit beträchtlich, so war aufs neue der Weg der Erprobung zu beschreiten. Die Frage der Wirtschaftlichkeit blieb stark im Hintergrund, da Sklaven, Kriegsgefangene, Lehenspflichtige und dergl. billige Arbeitskräfte abgaben. Ein gewaltiger Unterschied zwischen einst und jetzt besteht in der Arbeitsteilung. Benvenuto Cellini gießt seine Perseusstatue selbst; die alten Baumeister kümmerten sich selbst um das Brechen und Behauen der Steine; die bewunderungswürdigen Leistungen in Bauten und kunstgewerblichen Geräten sind nur denkbar unter der Annahme, daß die Verfertiger ein lebendiges Gefühl für den zu gestaltenden Stoff hatten. Heute, in einer Zeit weitgehender Arbeitsteilung ist die Gefahr nicht gering, daß das lebendige Gefühl für den Werkstoff schwächer und schwächer wird, und es ist eine wichtige Aufgabe der technischen Lehrer, dem entgegenzuwirken.

Den ersten Versuch einer wissenschaftlichen Behandlung einer Festigkeitsaufgabe hat Galilei gemacht. Im zweiten seiner im Jahre 1638 veröffentlichten „Discorsi" behandelt er den Biegewiderstand eines Freiträgers mit Rechteck- und Kreisquerschnitt und Einzellast am freien Ende und gibt die Form des Trägers gleichen Biegewiderstandes an. Seine Auffassung ist in den Hauptzügen aus Abb. 4 und 5 ersichtlich:

$$W\frac{h}{2} = k f \frac{h}{2} = P\,l.$$

Abb. 4 und 5
Balkenbiegung nach Galilei

Er betrachtet den Werkstoff als unelastisch. Die Lösung ist zwar unvollständig. Das sogenannte Galileische Problem der Balkenbiegung hat aber die Geister von da ab nicht mehr ruhen lassen und darum ist man berechtigt, das Jahr 1638 als den Anfang der Festigkeitslehre anzusehen. Einen weiteren wichtigen Schritt bedeutet die Aufstellung des Proportionalitätsgesetzes zwischen Belastung und Formänderung durch Hooke, der es im Jahre 1678 in der Form: ut tensio sic vis, bekanntgab. Als Jahr der Auffindung nennt er 1666. Er beschreibt auch einige mit geringen Hilfsmitteln durchgeführte Versuche mit gewichtbelasteten Drähten, zylindrischen Schraubenfedern und Spiralfedern, durch die jeder die Proportionalität zwischen Formänderung und Belastung selbst nachprüfen könne.

Hooke sprach indes sein Gesetz — auf den Fall Zug angewandt — nur in der Form aus: die Verlängerung ist der Zugkraft proportional, $\lambda = c\,P$; nicht aber in der Form, in der es seine Anwendbarkeit auf Elastizitätsberechnungen erst erlangte: die Dehnung ist der Spannung proportional, $\varepsilon = \alpha\,\sigma$. Die wichtigen Grundbegriffe der Spannung = innere Kraft auf die Flächeneinheit und der Dehnung = Verlängerung der Längeneinheit waren noch nicht formuliert. So kam es, daß Mariotte, Leibniz und Jakob Bernoulli die Galileische Annahme von der Starrheit der Balkenfasern durch die richtige Annahme der Zug- und Druckelastizität der Fasern ersetzten, daß Jakob Bernoulli 1705 die Annahme vom Ebenbleiben der Querschnitte aufstellte, daß Varignon 1703, ohne es ausdrücklich hervorzuheben, schon mit der Spannung rechnete, daß Coulomb 1773 die drei Gleichgewichtsbedingungen $\sum V = 0$; $\sum H = 0$; $\sum M = 0$ zw den äußeren und inneren Kräften eines geb Balkenstückes anwendete, und daß, obwohl die Ha steine zur Biegelehre beigebracht waren, es doch ni lang, die uns geläufige Biegegleichung $\sigma_b = M_b$: zustellen und über die Lage der Nullachse ins kl kommen.

Fast zwei Jahrhunderte lang mühten sich die Köpfe unter den Schöpfern der Mechanik und Matl vergeblich um die Lösung des Galileischen Proble Biegefestigkeit, weil ihnen die Grundbegriffe der Sp und Dehnung und das Proportionalitätsgesetz in de sung: die Dehnung ist proportional der Spannung kannt waren. Die Bedeutung der Grundbegriffe of sich hier aufs klarste. Als die richtige Formulierur lag, ging die Lösung sozusagen spielend. Enthi Hookesche Gesetz den Keim zu späteren Erfolgen, wies es sich noch weiterhin als befruchtend, inden Versuchen anregte.

Bülfinger 1729 und Riccati 1731 sind die gewesen, von denen bekannt ist, daß sie Versuche ül elastische Verhalten der Körper angestellt haben; si ten „sich nicht mehr auf philosophisch ersonnene thesen verlassen, sondern suchten bei der Natur selb schluß durch wiederholte Beobachtung". Sie ersetzte die lineare Gleichung Hookes durch ein Exponenti ein Potenzgesetz, letzteres für Gußeisen. Gerstn und Hodgkinson 1844 unterscheiden gesamte, bl und federnde Formänderungen, für die federnden Gerstner das Proportionalitätsgesetz als gültig an, gesamten und bleibenden Parabelgesetze.

Schließlich zeigte sich die starke Wirkung, die v Hookeschen Gesetz ausging, in dem Umstand, daß di Festigkeits- und Elastizitätsrechnung auf mehr als ei hundert von diesem Gesetz beherrscht blieb, nach seine endgültige Fassung erhalten hatte. Im Jahr bestimmte Young den Begriff Elastizitätsmodul E Werkstoffes, allerdings in noch wenig faßbarer Wei eine Säule aus dem gleichen Werkstoff, die auf ihre fläche einen Druck auszuüben vermag, der sich zu d gewisse Zusammendrückung hervorrufenden Last wie die Länge der Werkstoffsäule zu der Vermin ihrer Länge". Young scheint den Spannungsbeg kannt zu haben[3]).

Den Schub zieht Coulomb im Jahre 1776 Bereich der Betrachtung, der Schubelastizitätsmodu erst von Stokes im Jahre 1845 definiert. Die K der auf dem Proportionalitätsgesetz sich aufbauender nung bildet die Abhandlung Naviers „über die des Gleichgewichts und der Bewegung der festen schen Körper", die er im Jahre 1821 der Akaden Wissenschaft in Paris vorlegte. Cauchy, von de demie zum Berichterstatter für die Arbeit Naviers ergänzte sie durch die Einführung des Spannungsbe und beschrieb mit Hilfe dieses Begriffes den Span zustand mit einem Körperpunkt und weiterhin der nungszustand. Damit schuf er die Grundlagen f Beurteilung, die man bei der Behandlung der „welche Umstände bedingen den Eintritt der Elast grenze und des Bruches" unbedingt braucht.

Navier, Cauchy, Poisson und Lamé bracht Elastizitätslehre, sofern die Proportionalität zwischen nung und Dehnung erfüllt ist, binnen weniger Jah eine Höhe, die auch heute noch nicht überboten is Hilfe der Grundgleichungen der Elastizitätslehre k bei vielen technisch wichtigen Aufgaben die Spann und Formänderungen ermittelt werden, sofern der stoff dem Proportionalitätsgesetz gehorcht und die änderung genügend klein ist, z. B. die Biegung von und Platten, neuerdings auch von gewölbten, die drehung von Stäben, die Schwingungen von Stäbe Platten. Der Erfolg ist wesentlich durch die Einfa des Elastizitätsgesetzes bedingt, des verallgemei

[3]) Ein senkrecht stehendes Prisma von l cm Höhe und 1 c schnitt wird durch Eigengewicht im untersten Querschnitt mi [kg/cm²] gepreßt, wo γ [kg/cm³] das spezifische Gewicht bedeu ebenda bewirkte Stauchung ist $\varepsilon = \alpha\,\sigma = \gamma\,l/E$; sie ist = 1, wenn wenn also die Höhe $l = E/\gamma$ ist. Diese Überlegung mag der bestimmung Youngs zugrunde liegen.

chen Gesetzes, das freilich den Namen Hookes noch
verdient als das einfache Proportionalitäts-

ıon frühzeitig hat man sich bemüht, Vorstellungen
en inneren Aufbau des Werkstoffes und über die
n seinen kleinsten Bauteilen wirksamen Kräfte zu
Navier stellte sich einen festen elastischen Körper
en stetig mit materiellen Punkten erfüllten Raum
sich anziehen, wenn ihre ursprüngliche Entfernung
ert wird, und sich im gegenteiligen Fall abstoßen.
eine Formänderungen gelangt er zu einer linearen
ung zwischen elastischer Kraft- und Formänderung,
h der Anschein erregt wird, diese Proportionalität
logisch erschlossen werden.
viers Überlegungen haben sofort Widerspruch er-
und keinen Anklang gefunden; überdies kennt
1821 den Spannungsbegriff noch nicht. Navier be-
h nur mit den elastischen Kräften; über den Eintritt
astizitätsgrenze und des Bruches vermag er nichts
igen. Man hat heutzutage das Gefüge der Steine und
mit dem Mikroskop untersucht und eine Art zyklo-
Mauerwerk von kleinen verschieden orientierten
splitterchen wahrgenommen. Den Kristallen selbst
in symmetrischer Gitteraufbau zugeschrieben, die
unkte sind die Zentren kleiner Planetensysteme von
nd Elektronen, der Atome. Die Kristalle werden,
ıst auch im verformten Zustand, mit Röntgenstrahlen
cht, wobei die Raumgittervorstellung eine Stütze ge-
hat. Trotz der wesentlich erweiterten Erkenntnis
tbestände konnte jedoch bis jetzt über die Bedin-
, unter denen bleibende Verformung oder Bruch ein-
owie über die Art und Stellung der Bruchflächen
ichts ausgesagt werden. So ist heute das Proportio-
gesetz die einfachste Annahme; seine Gültigkeit muß
einzelnen Werkstoffe durch den Versuch nachge-
und die Grenze ebenfalls durch Versuche ermittelt

Festigkeitshypothesen

ıe Hypothese über die Bruchgefahr scheint erstmals
otte um 1680 aufgestellt zu haben. Er sagt sich
, wenn der ursprüngliche Abstand zweier Stoffteil-
ine gewisse Größe erlangt, oder in der heutigen
cksweise, wenn die größte Dehnung einen gewissen
weiligen Werkstoff eigentümlichen Grenzwert er-
tritt der Bruch ein. Die Größtdehnungshypothese,
ım stretch theory, hatten später St. Venant 1837
oncelet 1839 ausgebaut.
n ihnen sind die Formeln entwickelt, die man heut-
zur Berechnung einer auf Biegung und Drehung
uchten Welle benutzt und die einen Sonderfall der
eitigen Beanspruchung eines Flächenstückchens
σ und τ darstellen:

$$\ldots_{ax}: \alpha = M_i : W = \left[0{,}35\, M_b + 0{,}65\sqrt{M_b^2 + (\alpha_0 M_d)^2}\right] : \frac{\pi}{32}\, d^3.$$

ı Nachweis durch den Versuch für die Richtigkeit
pothese oder eine Prüfung ihres Geltungsbereiches
nicht unternommen, anscheinend nicht einmal die
olgerung gezogen, daß die Bruchfläche dieser
zufolge auf der Richtung der größten Dehnung
ht stehen und daß der Bruch durch Trennung er-
nuß, während Schiebungsbrüche, die durch Abgleiten
uchquerschnitte eintreten, aus der Dehnungshypo-
icht erklärt werden können. Die Hypothese ist in
eich und Deutschland eingebürgert, wo sie Gras-
fgenommen hat, von dem sie Bach übernahm.
né, Clapeyron, Maxwell und Hopkin-
iben dagegen den Eintritt des Bruches dem Eintritt
renzspannung zugeschrieben. Nach ihrer Meinung
Bruch ein, wenn an irgendeiner Stelle die größte
spannung einen dem jeweiligen Werkstoff eigen-
en Grenzwert erreicht. Auch die Größtspannungs-
maximum stress theory, ist nicht durch den Ver-
eprüft. Nur Trennungsbrüche können hiermit er-
erden, keine Gleitungsbrüche. Die Dehnungstheorie
ı etwas umfassender als die Spannungstheorie, da
h die Querdehnungen in Rücksicht zu ziehen ge-
Die Spannungstheorie ist besonders in England
merika eingebürgert gewesen.

Coulomb befaßte sich 1781 eingehend mit der Reibung fester Körper, d. h. mit dem tangentialen Widerstand beim Gleiten, den er dem Normaldruck proportional fand. Für ihn lag es nahe, den Gleitungsbruch spröder Werkstoffe (Stein, Gußeisen) beim Druck mit dem Auftreten einer Grenzschubkraft in Zusammenhang zu bringen. Mit der heutigen Ausdrucksweise lautet die Coulombsche Überlegung wie folgt: Ist K_s die reine Schubfestigkeit, die in einer von Normalspannungen freien Bruchgleitfläche auftritt, und μ die Ziffer der inneren Reibung, bedeutet ferner $\pm\sigma$ eine Zug-Druck-Spannung, so ist die Grenzschubspannung $\tau_g = K_s + \mu\,\sigma$.

Bemerkenswert ist bei der Coulombschen Schubhypothese, daß der Gleitungsbruch auch von der gleichzeitig in der Gleitfläche herrschenden Normalspannung σ abhängig erscheint. Der Gleitungsbruch wird durch eine gleichzeitig auftretende Druckspannung erschwert, durch eine gleichzeitig auftretende Zugspannung erleichtert. Zugstäbe aus zähem Werkstoff zeigen eine trichter- oder kraterförmige Bruchfläche; der Trichterrand ist matt seidenglänzend und als Gleitungsbruch anzusehen. Mohr hat diese Theorie 1882 verallgemeinert. Nach Mohr ist der Eintritt des ersten bleibenden Gleitens oder des Bruches von der in der Gleit- oder Bruchfläche herrschenden Spannung abhängig, also von keiner andern an derselben Stelle auftretenden Spannung, z. B. nicht von der mittleren Hauptspannung. Die Tangentialspannung in der Bruch- oder Gleitfläche ist nach Mohr von der in der Bruch- oder Gleitfläche auftretenden Normalspannung abhängig, ebenso wie dies Coulomb und neuerdings Duguet angenommen haben. Während die beiden letzteren von Reibung in der Bruchfläche sprechen und eine Reibungszahl in die Rechnung einführen, vermeidet Mohr eine physikalische Deutung. Mohr weist dagegen nachdrücklich auf den Sonderfall seiner verallgemeinerten Hypothese, die reine Schubhypothese hin, derzufolge die Bruch- oder Gleitgrenze erreicht wird, wenn die größte Tangentialspannung eine dem Werkstoff und seinem Zustand eigentümliche Größe erlangt. Diese Hypothese, maximum shear theory, ist nur auf Gleitungs-, nicht auf Trennungsbrüche anwendbar.

Nach Beltrami 1885 wird die Streckgrenze erreicht, wenn die von 1 cm³ Werkstoff aufgenommene elastische Arbeit einen bestimmten, vom Werkstoff (und seinem Temperaturzustand) abhängigen Grenzwert erlangt. Aus der Hypothese ergeben sich keine Schlüsse auf die Bruchform, worin man einen Vorzug erblicken kann. Daß die Hypothese tatsächlich zähe und spröde Werkstoffe mit Gleitungs- und Trennungsbrüchen umfaßt, ist freilich nicht wahrscheinlich, da bei Gußeisen die Bruchzerreißarbeit für 1 cm³ klein, die Bruchverwindungsarbeit größer, die Bruchdruckarbeit erheblich größer ist. Der Bruch des Gußeisens tritt also keinesfalls bei einem bestimmten Grenzwert der spezifischen Brucharbeit ein.

Girtler tritt 1907 für die Hypothese von der elastischen Arbeit ein.

T. A. Huber zerlegt 1904 die elastische Arbeit in Kompressionsarbeit oder besser Raumänderungsarbeit A_k, hervorgerufen von der mittleren Spannung $\bar{\sigma} = {}^1/_3 (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = {}^1/_3 (\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})$ und von der ohne Raum- oder Dichteänderung sich vollziehenden Gestaltänderungsarbeit oder Gleitungsarbeit A_g, hervorgerufen durch Tangentialspannungen allein. Für alle Spannungszustände, $\bar{\sigma} > 0$, die wie z. B. der reine Zug mit Raumvergrößerung verbunden sind, erreicht nach Huber wie nach Beltrami $A = A_k + A_g$ an der Fließgrenze einen dem Werkstoff eigentümlichen festen Grenzwert; dagegen für alle Spannungszustände $\bar{\sigma} < 0$, die, wie z. B. allseitiger Druck, mit Raumverkleinerung verbunden sind, ist nach Huber nur A_g maßgebend. Hinzufügen eines allseitigen Drucks zu einem gegebenen Spannungszustand wäre also nach Huber ohne Einfluß auf die Fließgefahr, wenigstens solange der mittlere Druck $\bar{\sigma} < 0$ bleibt.

Schleicher erweitert die Hypothese Beltramis von der spezifischen elastischen Arbeit dadurch, daß er den Grenzwert der letzteren von der mittleren Spannung $\bar{\sigma}$ abhängig sein läßt. Damit wird die Anpassungsfähigkeit der Hypothese von der elastischen Arbeit an die Versuche größer. Aus Versuchen über einfache und zusammenge-

setzte Beanspruchung, die bis zur Fließ- und Quetschgrenze fortgesetzt werden, wird für diese Grenze jeweils A oder eine Vergleichspannung $\sigma_\nu = \sqrt{2EA}$ und $\bar{\sigma}$ berechnet und in ein $(\bar{\sigma}, \sigma_\nu)$ - Achsenkreuz eingetragen. Nach der Ansicht Schleichers ergibt sich für Werkstoffe wie zähen Stahl eine parabelartige Kurve, für halbsprödes Zink und spröden Sandstein und Marmor findet er eine schräge Gerade, also eine Gesetzmäßigkeit, womit der Wert der Hypothese über das Formale hinaus wächst.

Eine mit der Hypothese Schleichers wesentlich gleichlautende Plastizitätsbedingung teilte v. Mises bereits 1925 mit, in Erweiterung einer 1913 von ihm aufgestellten.

G. D. Sandel berichtet in seiner Dissertation 1919 über den Stand der Frage der Festigkeitshypothesen und bringt eine eigene Hypothese in Vorschlag.

Versuche über zusammengesetzte Beanspruchung sind erst in neuerer Zeit angestellt worden. Guest hat 1900 bei umfassenden Versuchen mit dünnwandigen Hohlzylindern, die er auf Zug allein, Drehung allein, inneren Überdruck allein, ferner auf Zug und Drehung, Drehung und inneren Druck, inneren Druck und Zug beanspruchte, gefunden, daß die Streckgrenze eintrat, wenn die Größtschubspannung τ_{max} einen bestimmten, dem jeweiligen Werkstoff eigentümlichen Grenzwert erreicht, und daß die gleichzeitig in der Fläche von τ_{max} auftretende Normalspannung keinen merklichen Einfluß ausübt. Die an Flußeisen und weichem Stahl sowie an Messing gemachte Feststellung ist als reine (Größt-)Schubspannungshypothese anzusprechen. Hiernach würde das Festigkeitsproblem auch bei räumlichen Spannungszuständen auf ein ebenes Problem zurückgeführt.

Auf den Bruch übertragen, vermag die Hypothese die Entstehung von Gleitungsbrüchen zu erklären, die sich in der Ebene der größten Tangentialspannung ausbilden; bei andrer Stellung der Bruchgleitfläche muß die Theorie etwa nach dem Vorschlag Coulombs oder Mohrs erweitert werden, nach denen auch die in der Gleitfläche gleichzeitig herrschende Normalspannung auf den Eintritt der Gleitgrenze und die Stellung der Gleitfläche Einfluß nimmt. Guest hat die ersten Versuche über zusammengesetzte Beanspruchung angestellt, um verschiedene Festigkeitshypothesen zu prüfen. Ihm sind andre englische Experimentatoren gefolgt (Scoble, Mason, Smith).

Nach dem Bekanntwerden der Versuche Guests hat Mohr auf seine früher vorgelegte Hypothese erneut hingewiesen. In Deutschland ist Paul Roth in einer von Eugen Meyer angeregten Doktordissertation für die Festigkeitsrechnung auf Grund der Schubhypothese eingetreten; auch A. Föppl stellte sich auf diese Seite, während Bach an der Dehnungshypothese festhielt. Einige als mißglückt anzusehende Versuche zur Stützung der Dehnungshypothese stellte Bonte, Karlsruhe, an. Von Kármán fand bei Versuchen mit Sandstein und Marmor unter allseitigem Druck die Mohrsche Schubhypothese weitgehend bestätigt.

Schon von Kármán machte bei seinen Versuchen Feststellungen, die auf einen Einfluß der mittleren Hauptspannung hindeuten. Letzteres bestätigt Böker, der die Versuche von Kármáns fortsetzte und erweiterte, und zwar an Marmorzylindern unter Manteldruck und Längsdruck, wobei der Manteldruck so groß gemacht wurde, daß eine axiale Verlängerung eintrat, ferner unter Verdrehung mit Manteldruck mit und ohne Axialdruck, ferner an Zinkzylindern unter Mantel- und Längsdruck, zum Teil auch mit axialer Verlängerung. Auch Lode findet bei Versuchen an dünnen flußeisernen Rohren unter Innendruck und Längszug, daß die mittlere Hauptspannung den Eintritt der Fließgrenze beeinflußt. Die mittlere Hauptnormalspannung hat nach der einfachen und erweiterten Schubhypothese keinen Einfluß auf die Bruch- oder Fließgefahr, auch nicht nach der Größtspannungshypothese, dagegen kommt der Einfluß der mittleren Hauptspannung zum Ausdruck in der Dehnungs- und in den Arbeitshypothesen. Auf dem internationalen Kongreß für technische Mechanik[3a]) in Zürich 1926 wurden verschiedene Berichte über Versuche betreffend Bruch- oder Fließgefahr erstattet, woraus hervorgeht,

[3a]) Z. Bd. 71 (1927) S. 69.

daß das Interesse der experimentellen Forscher f
Festigkeitsproblem im Wachsen begriffen ist.

Die kurzen Hinweise auf die heute vorhandenen
keitshypothesen und ihr Vergleich mit einigen bek
Brucherscheinungen berechtigen zu der Vermutun
eine für alle Werkstoffe gültige Festigkeitshypothes
besteht, daß also die Umstände, die den Eintr
Bruches oder der Elastizitätsgrenze bedingen, bei ve
denen Werkstoffen verschieden sind. Bei spröden
stoffen oder im spröden Zustand eines Werkstoffe
sich z. B. bei Verdrehung ein Trennungsbruch (sch
linienförmig verlaufender Bruch bei Gußeisen), bei
Werkstoffen oder im zähen Zustand zeigt sich ei
tungsbruch (Flußeisen). Indes sei bemerkt, daß Zä
und Sprödigkeit nicht Grundeigenschaften zweier v
dener Werkstoffgruppen sind, es kann vielmehr e
derselbe Werkstoff zäh oder spröde sein, z. B. G
kalten Zustande spröde, im rotglühenden zäh; Stein
gewöhnlichem Druck spröde, unter hohem allseitigen
zäh; Pech, langsam zerrissen zäh, schnell zerrisse
spröde. Zähigkeit und Sprödigkeit, u. a. gekenn
durch Gleitungs- und Trennungsbruch, sind also
tionen des Temperatur- und Spannungszustandes, a
Formänderungsgeschwindigkeit.

Welche von den heute in Vorschlag gebrachten
keitshypothesen der Wirklichkeit entspricht, kan
schon gesagt, nur durch Versuche entschieden werd
zwar endgültig nur durch Versuche bei zusammeng
Beanspruchung. Die Ergebnisse der einfachen Zug-,
und Verdrehungsversuche können aber auch schon
gezogen werden; durch die jeweilige Festigkeitshy
ist nämlich das Verhältnis zwischen Zug- und Dreh
grenze eindeutig festgelegt:

Aus der Größtspannungshypothese folgt . $S_z =$
aus der Größtdehnungshypothese . . . . . $S_z =$
aus der Arbeitshypothese . . . . $S_z =$
und aus der reinen Schubhypothese . . . . $S_z =$

Die Streckgrenzen müssen am gleichen Werks
mittelt sein, und zwar ist die untere Streckgrenze
nutzen, die dadurch festgestellt wird, daß beim erst
Zurückgehen des Kraftmessers an der oberen Strec
der Antrieb der Prüfmaschine abgestellt und g
wird, bis der Kraftmesser nicht mehr weiter zurüc
An der oberen Streckgrenze gerät der Werkstoff i
labilen Zustand, dessen Eintritt von Zufälligkeiten a
die obere Streckgrenze stellt daher keine Werks
stante dar, ebensowenig wie die Temperatur bei
Siedeverzug. Der stabile Zustand ist an der unteren
grenze erreicht, beim Sieden entspricht dem der Sied
Die untere Streckgrenze ist die dem Werkstoff und
Zustand eigentümliche Konstante; sie ist unabhän
der Streckgeschwindigkeit.

Man erkennt, daß auch das Stehenbleiben des
messers während des Fließens von der Streckgesch
keit abhängt und die zugehörige Streckspannung de
auch keine Werkstoffkonstante darstellt. Überdi
man bei den Streckgrenzbestimmungen Probeform
wenden, in denen die Spannungen sich möglichst
mäßig verteilen. Das sind bei Verdrehung Hohlst
genügend dünner Wand. An diesen wird die Strec
erheblich tiefer gefunden als an Vollstäben. Nu
Beobachtung des Gesagten erhält man Streckgren
die man zur Klarstellung der vorliegenden Frage b
kann. Aus eigenen Versuchen mit Stahl, über die i
eingehend berichten werde, fand ich $S_z = 1{,}6\,S_d$, wo
Arbeitshypothese am meisten bestätigt wird[4]).

Zum Schluß soll erörtert werden, ob die We
zulässigen Anstrengung aus Betriebserfahrungen

[4]) Zur Prüfung der Festigkeitshypothesen wird man au
gebnisse von Dauer- oder Ermüdungsversuchen heranziehen
Ist σ_D die Schwingungsfestigkeit bei Zug-Druck-Wechseln u
an sorgsamst hergestellten Hohlstäben mit möglichst gleic
Spannungsverteilung ermittelte Drehschwingungsfestigkeit, s
der Größtspannungs-, Größtdehnungs-, Arbeits- und Schubh
wie oben, $\sigma_D : \tau_D = 1$; 1,3; 1,61; 2. Die bis jetzt bekannt ge
Ergebnisse reichen zu einer Entscheidung nicht aus. Nach M
Kommers ist bei Stahl $\tau_D = 0{,}52\,\sigma_{Db}$. Die Zug-Druck-Schw
festigkeit ist nach Lehr 10 bis 15 vH höher als die Biegeschw
festigkeit σ_{Db}. Prüfverfahren und Probestab, mit denen τ_D
wurde, sind mir nicht bekannt.

erden können, und ferner, ob die dem Werkstoff an-
len Mängel eine Hypothesenbildung überhaupt zu-
mit anderen Worten, ob es zur Zeit berechtigt er-
, die Festigkeitslehre auf wissenschaftlicher Grund-
ıfzubauen.

Betriebserfahrung

r Gedanke liegt nahe, Werte der zulässigen An-
ıng könnten aus Betriebserfahrungen mit bewährten
hadhaft gewordenen Bauteilen gewonnen werden.
falls erlangt man aber aus der Betriebserfahrung
die sich bewährt oder nicht bewährt haben, aber
Werte für die obere Belastungsgrenze. Sodann ist
schaffung von Erfahrungswerten offenkundig um-
ch, schwierig und zum Teil recht unsicher, und ge-
len Fall, es wären einwandfreie Erfahrungsunter-
gesammelt, so müssen sie nach einem einheitlichen
ren beurteilt werden. Das Ergebnis der Beurteilung
z. B. bei einer Kurbelwelle ganz davon ab, wie die
berechnet wird, ob man sie in den Lagern als durch-
en ansieht oder als kontinuierlichen Balken, ob man
öpfungen oder die Steifigkeit der Ecken berücksich-
r nicht, ob man die größte Spannung oder die größte
ng usw. als maßgebend für die Größe der Werkstoff-
gung auffaßt.

e Anstellung planmäßiger Versuche ist der Samm-
on Erfahrungen unvergleichlich überlegen. Man
uch, wenn man von Betriebserfahrungen auszugehen
der Hauptfrage nicht ausweichen: wie soll man rech-
ch welcher Festigkeitshypothese soll man z. B. den
iegung und Drehung einer Welle behandeln? Die
rage muß geklärt werden: Welche Umstände bedin-
i einem bestimmten Werkstoff den Eintritt des
s oder bleibender Verformung, und es befestigt sich
erzeugung, daß, wo nicht schlimmste Ungleichartig-
s Werkstoffes jede Hypothesenbildung von vorn-
als aussichtlos erscheinen läßt, die Aufstellung einer
eitshypothese für den einzelnen Werkstoff oder für
toffgruppen als Grundlage einer einheitlichen Festig-
rechnung das Ziel der wissenschaftlichen Behand-
ilden muß.

Stellung gegenüber Werkstoffmängeln

Mohr äußert sich hierzu[5]) wie folgt: „Im Verkehr
sichtigen Fachgenossen bin ich nicht selten der Mei-
begegnet, es sei ein eitel Bemühen, der Festigkeits-
ine wissenschaftliche Grundlage zu geben. Homo-
Körper — so hielt man mir entgegen — kommen in
tur nicht vor, homogene Spannungszustände ebenso-
Ein Elementargesetz aus der Erfahrung abzuleiten,
er unmöglich. Die vorhandenen Unregelmäßigkeiten
n der Art, daß sie jede Gesetzmäßigkeit fast voll-
verdecken und den halbverwischten Spuren solcher
weiter nachzugehen, das hat kaum eine erhebliche
ung. Es bleibt nichts anderes übrig, als in jedem
en Fall besondere Versuche anzustellen und sich
physikalische Deutung nicht zu kümmern.
n habe jedesmal zugeben müssen, daß sich gegen
Ansichten nicht viel einwenden läßt. Und dennoch
holt sich seit mehr als hundert Jahren der Versuch,
in die verwirrende Fülle der Erfahrungen Ordnung zu
bringen. Wenn es gelingen sollte, Regeln zu finden, denen
sich viele Erfahrungen unterordnen, selbstverständlich
solche, denen man Vertrauen schenken darf, so würde da-
mit vielleicht kein Elementargesetz, wohl aber ein Hilfs-
mittel gewonnen sein, um neue Ergebnisse der Erfahrung
auf ihre Wahrscheinlichkeit zu prüfen. In meinen Augen
würde auch dies ein Fortschritt sein. Freilich wird es sich
immer nur um Wahrscheinlichkeiten, nicht um mathema-
tische Übereinstimmungen handeln."

[5] . Bd. 45 (1901) S. 740.

Es ist entscheidend, wie man sich zu der Frage der Werkstoffmängel stellt und was man vom heutigen Zustand und seiner voraussichtlichen Entwicklung hält. Man muß ohne weiteres zugeben, daß es Werkstoffe mit erheblichen Mängeln wie Ungleichartigkeit und Eigenspannungen gibt; das ist vor allem Gußwerkstoff; auch beim Schmieden und Pressen kann der Werkstoff durch ungeeignete Behandlung leiden, das Härten gelegentlich zu starken Härtspannungen führen; anderseits ist Walzstahl von nicht zu großer Härte in vorzüglicher Güte und innerer Gleichmäßigkeit erhältlich. Eine Theorien- oder Hypothesenbildung hat naturgemäß nur bei fehlerfreiem Werkstoff einen Sinn, und die hierauf bezüglichen Festigkeitsversuche müssen mit hinreichend fehlerfreiem gleichmäßigen Werkstoff, mit einwandfreien Probestäben und Prüfeinrichtungen angestellt werden.

Werkstoffe, die offenkundig mit Mängeln oder mit unübersehbarer Ungleichartigkeit behaftet sind, scheiden zunächst aus. Solche Mängel, ihre Größe und Häufigkeit sind durch Werkstoffprüfung festzustellen; hierin liegt eine besondere Aufgabe der Werkstoffprüfung, deren Zweck ist, die höchste, geringste und durchschnittliche Güte des Werkstoffes aufzuzeigen; der Konstrukteur muß die Beanspruchung entsprechend niedrig halten, und es ist vielleicht der Rat nicht unnötig, der verantwortliche Konstrukteur solle sich darum kümmern, daß der Werkstoff, den er in der Stückliste nach sachlicher Überlegung vorschreibt, auch in der geforderten Güte zur Verfügung steht. Derjenige, der den Werkstoff erzeugt oder zwischenbehandelt, ist bestrebt, einen Gütegrad zu erreichen, bei dem der Werkstoff verkaufsfähig bleibt; werden vom Verbraucher höhere Ansprüche gestellt und bezahlt, so steht kaum etwas im Wege, durch weitgehende wissenschaftliche Betriebführung und Überwachung — allerdings zunächst unter Verteuerung — die Güte zu steigern. Dies scheint der natürliche Weg der Entwicklung zu sein. Guter Guß ist eine Preisfrage, sagt man mit Recht; besserer genau ebenso.

Die Gruppe von Werkstoffen, die schon heute in hoher Güte und Gleichmäßigkeit erhältlich ist, wird sich dann im Laufe der Zeit immer mehr erweitern, und die Zahl der Werkstoffe wird andauernd im Wachsen begriffen sein, für deren Verhalten man Gesetzmäßigkeiten und klare Definitionen aufstellen kann. Der skeptische und abwartende Standpunkt, auf den man, wie Otto Mohr erwähnt, nicht selten trifft, mag dazu führen, daß man in der Frage der Bildung neuer Festigkeitshypothesen die gebotene Vorsicht walten läßt, der vertrauende und vorwärtstreibende Standpunkt wird aber, das war auch Otto Mohrs Meinung, die Festigkeitsrechnung und die Werkstoffgüte fördern.

[B 612]

Internationaler Verband
r die Materialprüfungen der Technik

ıf Anregung einiger holländischer Fachmänner hat
bereitender Ausschuß einen Internationalen Kongreß
terialprüfungen nach Amsterdam einberufen. Der Kon-
at in der Zeit vom 12. bis 17. September 1927 in
dam stattgefunden und war von rd. 500 Teilnehmern
. Die staatlichen und städtischen Behörden
ngreßlandes hatten das Komitee mit allen Mitteln
ützt, und so reihte sich die Veranstaltung würdig an
rgänger, die seit 1895 abgehaltenen Internationalen
sse für Materialprüfungen, an. Es lag die Aufgabe
e mit dem Jahre 1914 unterbrochene Zusammenarbeit
en den Staaten wieder aufzunehmen.
e Verhandlungen allgemeiner Art führten zu dem Er-
daß auf Grund des ausnahmslos gezeigten Interesses
die Neugründung des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik beschlossen und seine Satzung, die sich eng an die Satzung des alten Verbandes anlehnt, aufgestellt und angenommen wurde. Danach bilden die nationalen Materialprüfungsverbände das Gerippe für den Internationalen Verband, der seine Hauptaufgabe in der Förderung der stoffkundlichen Forschung und in der Vereinheitlichung von Prüfverfahren sieht. Die vorbereitenden Arbeiten für den nächsten Kongreß, der in Zürich stattfinden wird, hat als ehrenamtlicher Geschäftsführer Prof. Dr.-Ing. E. h. Ros, übernommen. Für die Zwischenzeit wird von jedem Lande ein Vertreter zur Teilnahme an den internationalen Verhandlungen benannt werden.

Die wissenschaftlichen Verhandlungen während des Kongresses gaben ein Bild davon, wie ungeheuer groß das Gebiet der Stoffkunde sich zur Zeit darstellt und wie schnell sich die vor kaum mehr als einem halben Jahrhundert be-

gonnenen Arbeiten ausgedehnt haben. Aus dem Inhalt der etwa hundert wissenschaftlichen Vorträge des Kongresses läßt sich folgendes zusammenfassend sagen.

Die Bedeutung der Stoffkunde und damit der Materialprüfung für das öffentliche Leben erfordert, daß die Zusammenarbeit zwischen der reinen Wissenschaft, der praktischen Materialprüfung und den Belangen von Handel und Industrie immer mehr vertieft und erweitert wird. Das Bindeglied zwischen den Grenzgebieten bildet die planmäßige Werkstoffprüfung. Um sie zu fördern, bedarf es einmal der gegenseitigen Verständigung über einheitliche Begriffe und Benennungen, zweitens einer Vereinbarung über die auszubildenden Prüfverfahren und drittens einer laufenden gegenseitigen Unterrichtung über die Vorhaben und die Arbeiten auf den verschiedenen Gebieten.

Unter den Arbeitsgebieten werden im allgemeinen die Metalle den weitesten Raum umspannen. Hier befaßt man sich zur Zeit überall mit der Forschung über den Aufbau der Werkstoffe, d. h. mit der Ergründung der physikalischen Gesetze und Eigenschaften, von denen man versucht, auf die technischen Eigenschaften der Stoffe zu schließen. Ein zweites wichtiges Gebiet ist die Erforschung der Vorgänge in plastisch verformten Körpern. Es liegen hier bereits klar definierte Anschauungen vor. Bestimmten Spannungsgrenzen mißt man besondere Bedeutung bei.

Außerordentlich vielseitig ist das Gebiet der methodischen Prüfungen. Die Auswertung der Ergebnisse aus Verfahren, die seit langem festliegen, die Abänderung von Verfahren für besondere Zwecke und die Schaffung und Erforschung neuer Prüfarten werden sowohl von rein wissenschaftlichen Instituten als auch von Prüfanstalten und industriellen Laboratorien bearbeitet. Auf diesem Gebiet ist es besonders die Frage der Kerbzähigkeit, die trotz groß angelegter und an vielen Stellen durchgeführter Versuche noch immer keine restlose Klärung darüber ergeben hat, ob es möglich ist, sie für Abnahmezwecke zu verwerten. Über Dauerversuche und Abnutzungsversuche, die beide die Aufgaben der Kurzzeitprüfungen in sich schließen, wird viel gearbeitet. In der Härteprüfung steht man vor der Aufgabe, die neueren Prüfverfahren einheitlich zu gestalten und auszunutzen. Neben der Brinell-Härteprüfung sind Verfahren in Anwendung, die dem Rockwell-Verfahren näher kommen. Die Schlaghärteprüfung und Fallhärteprüfung scheinen selten benutzt zu werden. Für Verschleißuntersuchungen sind keine neuartigen Verfahren bekannt geworden. Man sucht hier Beziehungen zu finden zwischen Werkstoffbeiwerten und den sich bei dem Verschleißprüfverfahren ergebenden Werten.

Besondere Aufmerksamkeit ist dem Verhalten der Metalle bei ungewöhnlichen Temperaturen zugewandt worden. Hier kommen bei höheren Temperaturen auch Dauerversuche in Frage, und es wurde die Ansicht vertreten, daß man für jeden einzelnen Stoff Kennzahlen bei höheren und niedrigen Temperaturen versuchstechnisch ermitteln müsse.

Die neuen Metallsorten oder Legierungen für Hochbauzwecke, für den Leichtbau und für die Verwendung unter chemischen Angriffen werden weiter erforscht und an vielen Stellen in der Fertigung und im Betrieb geprüft. Bei der Prüfung von Gußeisen dürfte auch die Scherfestigkeit und die Kugeldruckhärte berücksichtigt werden.

Die Anwendung der Schweißung hat in allen Ländern die Aufgabe gestellt, die verwendeten Stoffe auf ihre Eignung zu prüfen und ein Verfahren zu ermitteln, das eine Bewertung fertiger Schweißungen gestattet.

Eine ganze Reihe von Sonderfragen, die in Vorträgen auf dem Kongreß behandelt wurden, zeigen, daß die Entwicklung auf dem Gebiete der Metalle noch im Fluß ist.

Auf dem Gebiet der nichtmetallischen Baustoffe nahmen Zement und Beton und die natürlichen Gesteine das Hauptinteresse in Anspruch. Man kommt durch Auswertung großangelegter Versuche der Lösung statischer Aufgaben im Beton- und Eisenbetonbau näher. Auch hier ist wieder die Frage wiederholter Beanspruchungen, besonders in Deutschland, bearbeitet worden. Als vorläufig nahezu abgeschlossen erscheinen die Arbeiten, die sich auf zweckdienliche Betonmischungen und Zuschläge beziehen. In verschiedenen Ländern sind bereits bestimmte Grundsätze, die man auf den Baustellen beachtet, ausgearbeitet worden. Wenn man auch keine sorgfältige Untersuchung außerhalb der Laboratorien durchführen kann, so bieten doch die ermittelten Kurven für Betonmischungen einen ausgezeichneten Anhalt für die Bauleiter, um die Ausführungen wirtschaftlicher zu gestalten. Über Mittel, um die Wasserdichtigkeit des Betons zu erhöhen, scheint festgestellt worden zu sein, daß das wichtigste Erfordernis richtige Mischung und Verarbeitung ist. Das Ergebnis kann zwar durch Beimengungen und Anstriche noch verbessert werden.

Auch auf dem Gebiete der Bewehrung von Beton neuere Arbeiten vor, die hauptsächlich unter Anw von Biegungsbeanspruchung durchgeführt sind.

Sehr dringend sind Vereinheitlichungsarbeite dem Gebiete der Zementprüfung. Es ist festgestell den, daß nicht nur die durch die Normenmischunger beeinflußten Festigkeitswerte, sondern auch die Erg aus Untersuchungen über Wasserbindung, Beginn d härtung, Abbindezeit, Raumbeständigkeit usw. in de schiedenen Staaten sehr große Unterschiede zeigen.

Die ungeheure Beanspruchung der Straßen dur Kraftwagenverkehr hat in allen Ländern Arbeiter Straßenbaustoffe veranlaßt. Die Prüfung der natü Gesteine für Straßenbauzwecke weist verhältnismäßig Einheitlichkeit auf. Einige neue Untersuchungen Kittfähigkeit des Staubes, Glattwerden usw. sind noch in Ausarbeitung. Für die bituminösen Stoff die Untersuchungen über Prüfverfahren noch nicht schlossen. Es dürfte auch notwendig sein, die Fra einheitlichen Bezeichnungen international in Angı nehmen. Die Prüfung der Gleisbettungs- und Sc stoffe hat in den meisten Ländern Eingang gefunden benutzten Verfahren sind einander zwar ähnlich, doch sich zahlenmäßige Vergleiche aus den Ergebnissen anstellen. Die international bisher einheitliche P der Mauerziegel dürfte in der nächsten Zeit in der tung abgeändert werden, daß bei höherwertigen die Prüfungen auf Druckfestigkeit an ausgeschn Proben durchgeführt werden. Für die allen k schen Erzeugnissen gemeinsamen Prüfungen wurde reits Vorschläge für internationale Vereinheitlichu macht. Bei der Prüfung feuerfester Steine ist die Beur nach der chemischen Analyse mehr zu beachten.

In der dritten Gruppe der Vorträge, die versch Stoffe behandelten, wurden Berichte über Holzprüf Schmiermittel und Transformatorenöle, bituminöse Kautschuk und feste Brennstoffe gegeben.

Die Vereinheitlichung von Verfahren zur Festi untersuchung von Bauholz macht große Schwierig weil Bestimmungen über die Probenentnahme, die si wohl auf die Entnahme aus dem Bestand, als au Form, Größe und Entnahmestelle der Probestäbe be sehr schwer zu treffen sind. Untersuchungen über den der Zellwand werden die mechanischen Prüfungen er

Die Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des schuks bewegen sich teilweise in der Linie des küns Aufbaues von Kautschuk, der die guten Eigenschaft natürlichen Kautschuks hat. Die mechanische Unters befaßt sich zur Zeit besonders auch mit Dauervers um die Erscheinung des Alterns zu erforschen. kommt auch die Prüfung bei höheren Temperaturen, ders für Fertigteile in Betracht.

Ausreichende Verfahren für die Prüfung von Sc mitteln sind noch nicht geschaffen worden. Man is in der Lage, mit Hilfe einheitlicher Verfahren in K einzuteilen, doch ist das Gebiet der eigentlichen Eig prüfung für den Betrieb zur Zeit noch nicht geklärt. die Wiederaufbereitung der Schmiermittel wird an Stellen bearbeitet. Die gleiche Aufgabe besteht i höhtem Maße für die Transformatorenöle, bei den Erscheinung des Alterns, besonders durch Oxydati der Luft, sehr eingehend untersucht worden ist.

Bei der Prüfung der festen Brennstoffe, die in e Staaten bereits zur Festlegung von Richtpreisen und bei der Abnahme verwendet wird, sucht man die nung des Heizwertes aus der chemischen Analyse dur gehende Prüfungen über das Verhalten der Steinkol Kesselhaus und bei der Gasfabrikation zu ergänzen ersetzen.

Eine Reihe von Vorträgen beschäftigte sich no den Maßnahmen zu einheitlicher Ausführung von Ver allgemeiner Art. Die im Laboratorium gebrauchten wie Thermometer u. ä.,hat man vielfach vereinheitlich

Der allgemeine Eindruck des Amsterdamer Kong war, daß in der Zeit seit 1914 besonders die wissen liche Stoffkunde außerordentliche Fortschritte gemac und daß durch eine große Zahl von Untersuchunger bereits früher geschaffenen Verfahren vielfach ausrei Unterlagen zur Vereinheitlichung in internationalem men geschaffen worden sind.

Von den schweizerischen Fachleuten, die die staltung des nächsten Kongresses in Zürich überno haben, wurde an die Teilnehmer aus den übrigen S die Bitte gerichtet, durch Mitarbeit an der Ausgest des Kongresses und durch sorgfältige Vorbereitung nationalen Materialprüfungsverbänden daran mitzul eine der wichtigsten Aufgaben durch gemeinsames Vor zu fördern. [N 888]

Die Versuchsanstalten in den deutschen Eisenhüttenwerken

Von Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund

e Entstehung der modernen Versuchsanstalt aus einfachen Anfängen und ihre allmähliche Entwicklung zu großen wissenschaft-hen Arbeitstätten wird dargelegt. Nach Hinweisen auf die wirtschaftliche Bedeutung der Arbeit der Versuchsanstalten werden drei großen Arbeitsgebiete dieser Institute im einzelnen gekennzeichnet: laufende Überwachung und Untersuchung der Roh-d Fertigstoffe, gutachtliche Arbeiten für besondere Fälle und selbständige wissenschaftliche Tätigkeit. Auf die Gemeinschafts-arbeit der Versuchsanstalten und die Auswertung des sich ansammelnden Erfahrungsstoffes wird besonders hingewiesen.

e Arbeit eines Eisenhüttenwerks bedingt die Aus-führung von laufenden Werkstoffprüfungen nach zwei Hauptrichtungen: einmal muß das Werk als -braucher großer Mengen von Rohstoffen und ffen aller Art diese auf Eignung und Wert prü-es handelt sich dabei in erster Linie um die zu nden Erze, die Brennstoffe, die Zuschläge bei hmelzverfahren, die feuerfesten Baustoffe und menge Stoffe, die zum Teil auch in anderen tech-Betrieben gebraucht werden, wie Schmieröle, Legierungen usw. Zweitens muß das Hüttenwerk igenen Erzeugnisse laufend auf ihre Beschaffen-tersuchen, wobei zum Teil nicht erst die Fertig-nisse der Prüfung unterworfen werden, sondern die Zwischenerzeugnisse, ja sogar die noch in tstehung begriffenen Werkstoffe, z. B. der Stahl l des Schmelzvorganges im Ofen. Die Beglei-der Entstehung der Werkstoffe durch die g hat sich herausgebildet vor allem mit der Ent-g der großen gemischten Hüttenwerke, in denen ır aus dem Erz das Roheisen gewonnen wird, wo ßend auch sogleich dessen Umwandlung zu Stahl let, der dann weiterhin noch im Preßwerk und rk geformt und gegebenenfalls vergütet wird.

e einfachsten Anforderungen an die Roh- und toffe in der Eisenindustrie lassen sich zum Teil die Untersuchung der chemischen Zusammen-erfassen, z. B. bei Erzen, beim Roheisen. Bei Stoffen treten neben die Bestimmung der chemi-Zusammensetzung noch andere Prüfverfahren, so ndere bei dem Fertigerzeugnis, dem Stahl die eitsuntersuchungen, bei den Brennstoffen Heiz-timmungen usw.

on frühzeitig finden sich auf den Hütten die Ein-gen zur Durchführung von Untersuchungen nach iden erstgenannten Richtungen — ein kleines hes Laboratorium und eine „Zerreißbude". Nomen n — wenngleich die hüttenmännische Ausdrucks-anz allgemein etwas rauh ist und ihr auch noch lei alte Begriffe aus der handwerksmäßig arbei-Zeit eigen sind, so war doch der Ausdruck Zer-e in jenen Zeiten vielsagend und man hätte ihm alysenbude zur Seite stellen können. Denn zu-nd man diese beiden Keimstätten der neuzeit-Werkstoffprüfung mit primitiven Einrichtungen in irgendeinem etwas entlegenen Winkel, und sehen, das sie und die darin waltenden Männer Praktikern des Betriebes hatten, entsprach gar mal nur zu sehr der Bezeichnung Bude für ihre gsstätte. Die Erfahrung in der Beurteilung des durch Betrachten des Bruches und durch einfache gische Proben usw., stand erheblich höher im ls das Urteil nach der Analyse. Die erfahrungs-Beurteilung sollte zwar auch von der heutigen on nicht belächelt werden, aber die Voraussetzung waren einmal die immer noch kleinen, an das rkliche erinnerenden Verhältnisse des ganzen s, ferner die Möglichkeit, fast nur die besten Roh-eicht erkenntlich, zu verwenden und endlich die ng, nur wenige Arten von Stahl stets in gleicher erzustellen.

Massenfertigung des neuzeitlichen Betriebes, die igkeit der Ausnutzung auch der weniger reichen ien Rohstoffe, die sich ausbildende Vielseitigkeit igungsprogrammes und vor allem das immer not-r werdende Arbeiten auf höhere Gütestufen jene Art der Beurteilung immer schwieriger und ch unmöglich. Die Bedeutung des Laborato-sowohl des chemischen wie des mechanischen,

Die Benutzung des Urteils des Laboratoriums für die Brauchbarkeit des Werkstoffes legte diesem aber auch noch eine weitere neue Verpflichtung auf. Was war zu tun, wenn eine Werkstofflieferung trotz des günstigen Urteils des Laboratoriums im praktischen Gebrauch, sei es bei einem fremden Verbraucher, sei es im eigenen Betriebe, versagte, und wenn der erzeugende Betrieb selbst den Grund für das Versagen nicht kannte oder auch nicht kennen wollte. Es lag nur zu nahe, dem Laboratorium die Aufgabe zu stellen, die Klärung zu suchen: aus der einfachen Prüf- und Abnahmestelle wurde ein Versuchslaboratorium; denn jene Klärung verlangte schon eine vielseitigere Untersuchung als die reine Abnahme.

Und die in der gleichen Zeit schnell fortschreitende Entwicklung der Werkstoffkunde, insbesondere in physikalisch-technischer Beziehung, schenkte den Laboratorien auch neue Arbeitsmittel, die Gefüge-Untersuchung, die Metallographie begann ihren Siegeszug in den Hüttenlaboratorien, die damit zu den Stellen wurden, die für die Aufklärung von Beanstandungen zuständig waren. Die Erkenntnis aber eines Fehlers im Material stellte auch dem Forscher — denn solche mußten nun den Prüfstellen vorstehen — eine neue Aufgabe: Mittel und Wege finden zu helfen, um jene Fehler zu vermeiden. Und weiterhin fand sich der Drang, auch selbst die Rüstmittel der Werkstoffprüfung und unsere Kenntnisse der Werkstoffe weiter zu verbessern und auszugestalten.

Dieser Entwicklungsgang stellt in idealer Form den Weg dar, den die Werkstoffprüfung in den Hüttenwerken von jener Bude zur neuzeitlichen Versuchsanstalt gegangen ist; sie gibt auch die Arbeitskreise wieder, die diesen Instituten heute noch den Charakter geben: die laufende Prüfung und Abnahme der Rohstoffe und Erzeugnisse, die Aufklärung von Beanstandungen beim Erzeuger und beim Verbraucher und die selbständige Forschung.

Einige Daten mögen die Zeiten angeben, in denen der Hauptteil dieser Entwicklung sich vollzog. Die Firma Krupp war die erste, die den Schritt tat, eine umfassend arbeitende Versuchsanstalt des gekennzeichneten Gepräges zu errichten, die im Jahre 1909 erstand. Es folgte die Dortmunder Union, bei der der Weitblick der leitenden Persönlichkeiten sehr bald darauf im Jahre 1913 ein entsprechendes Institut erstehen ließ, und dann setzte eine ähnliche Entwicklung auch bei fast allen andern großen Hüttenwerken ein, wobei allerdings leider in manchen Fällen Krieg und Nachkriegzeit hemmend wirkten, wenn auch die Erfordernisse des Krieges und die Rationalisierung der Nachkriegzeit anderseits die Entwicklung in gewisser Weise wieder zwangweise förderten.

Einen besonderen Anstoß gab ferner in der Nachkriegzeit der Entwicklung der Versuchsanstalten auch die Gemeinschaftsarbeit, die in vorbildlicher Weise der Verein deutscher Eisenhüttenleute betrieb und die in der hier vorliegenden Frage zu der Bildung des Werkstoffausschusses führte, in dem hauptsächlich die Leiter der Versuchsanstalten sich zusammenfanden und der bis heute in den rund sieben Jahren seines Bestehens eine an Zahl und Inhalt überaus beachtliche Reihe von Arbeiten auf allen Gebieten der Werkstoffkunde von Stahl und Eisen hervorbrachte.

In der Organisation der Versuchsanstalten haben sich in der Folgezeit bei den einzelnen Werken naturgemäß Unterschiede herausgebildet insofern, als die Trennung der einzelnen drei großen Arbeitskreise ja mehr oder weniger äußerlich betont werden kann: Einerseits können alle drei Gebiete in einer einzigen Anstalt

unter einer einheitlichen Leitung zusammengefaßt sein, es kann aber anderseits auch insbesondere das reine Betriebslaboratorium, das die großen Mengen von chemischen Analysen für den laufenden Betrieb durchführt, von der eigentlichen Versuchsanstalt mit ihrem mehr wissenschaftlichen Charakter getrennt werden. Ferner kann der Zusammenhang mit andern Abteilungen verschieden gestaltet werden, so kann z. B. die für den Verkehr mit den Abnahmebeamten beauftragte Stelle oder die sogenannte Wärmestelle mit der Versuchsanstalt verbunden werden. Auf diese Fragen, deren Lösung im einzelnen von den besonderen Verhältnissen des einzelnen Werkes abhängt, z. T. auch durch hergebrachte Verhältnisse als gegeben betrachtet wird, sei nicht näher eingegangen, betont sei nur, daß es sich zweifellos empfiehlt, nicht eine Zerlegung vorzunehmen, sondern Betriebsuntersuchungen und eigentliches Versuchslaboratorium unter einer einheitlichen Leitung zusammenzufassen.

Dazu steht in keinem Widerspruch, wenn der große Konzern der Vereinigten Stahlwerke A.-G. in jüngster Zeit einen neuen Schritt auf dem Gebiete des metallurgischen Versuchswesens gemacht hat in der Errichtung eines besonderen Forschungsinstituts, das, losgelöst von dem engeren Zusammenhang mit den Werkbetrieben sich auf dem reinen Forschungsgebiet betätigen soll. Dabei behalten nämlich die einzelnen dem Konzern angehörenden Hüttenwerke nach wie vor ihre Versuchsanstalten, das neugegründete Institut soll keineswegs deren Wirksamkeit einschränken, sie vielmehr nach der Seite ergänzen, daß es, befreit von allen betriebsmäßigen Arbeiten, die in den Versuchsanstalten notwendigerweise einen großen Teil der Kräfte binden, den Mittelpunkt für größere Forschungsarbeiten bildet.

Von Bedeutung dürfte sein, über die einzelnen drei genannten Arbeitsgebiete einer größeren Versuchsanstalt Näheres zu erfahren. Bemerkt sei dazu, daß, wie bereits angedeutet, im einzelnen die Verhältnisse häufig unterschiedlich sind, ich muß auch betonen, daß die Betrachtungen zugeschnitten sind auf die Verhältnisse und Bedürfnisse eines großen sogenannten gemischten Hüttenwerkes. Bei einem reinen Edelstahlwerk beispielsweise, das in seiner Arbeitsweise, seinen Einrichtungen und insbesondere auch in dem Umfang und der Art der Kuppelung der Versuchsanstalt mit den Betrieben dem hier betrachteten gegenüber manche Unterschiede aufweist, liegen teilweise eben auch andere Verhältnisse vor[1]).

Die Aufgaben, die der Versuchsanstalt aus der laufenden betriebsmäßigen Untersuchung der eingehenden Rohstoffe, der eigenen Zwischen- und Fertigerzeugnisse des Hüttenwerkes erstehen, werden vielfach etwas unterschätzt, sogar von Stellen, die einen gewissen Einblick in die Verhältnisse haben. Sieht man von den Stoffen ab, die in kleineren Mengen beim Hüttenwerk eingehen, so sind es besonders folgende Gruppen von Stoffen, die laufend zu untersuchen sind: die eingehenden Erze und der Koks für den Hochofenbetrieb, das Gichtgas, das Roheisen der Hochofenabstiche, das Roheisen aus dem Mischer, die im Stahlwerk (Siemens-Martin- und Thomas-Betrieb) erzeugten Schmelzen, die Thomasschlacken, die feuerfesten Baustoffe, die Gase für das Martinwerk und andere Öfen, endlich die fertigen Walz-, Schmiede- und Gußstücke. Die Untersuchungen sind zum größten Teil chemischer Art, bestehen also in der Ausführung von Analysen. Erstes Erfordernis ist die Richtigkeit und Genauigkeit der chemischen Analyse. Hier tritt die große wirtschaftliche Bedeutung des Laboratoriums in Erscheinung.

Die Versuchsanstalt ist ja an sich eine reine Unkostenstelle, sie hat keine tatsächlichen Einnahmen, kann höchstens ihre Kosten auf die Werkabteilungen in irgendeiner Form umlegen, wodurch die Art dieser Kosten als reine Unkosten ohne die Möglichkeit der rechnerischen Feststellung eines Gegenwertes bestehen bleibt. Und dennoch lassen sich geldliche Leistu[...] Laboratoriums, wenn auch mehr mittelbar, fe[...] Die Erze für den Hochofen werden nach ihre[...] gehalt bezahlt, wobei der Preis für die Einhe[...] (gegebenenfalls noch unter Berücksichtigung [...] Beimengungen usw.) festgesetzt wird. Es ist [...] üblich, daß von einer Probe jeder Sendung so[...] Erzlieferant wie das kaufende Hüttenwerk ein[...] sche Analyse macht, der Mittelwert aus den be[...] stimmungen gilt, wenigstens solange der Un[...] zwischen den beiden Befunden eine gewisse Gre[...] überschreitet. Bei der Fehlerhaftigkeit, die jede[...] tischen Bestimmung stets anhaftet und der d[...] bedingten Streuung der Werte liegt es auf d[...] welcher Schaden rein geldlich entstehen kann, [...] Laboratorium nicht den tatsächlichen zur Au[...] kommenden Gehalt an Eisen feststellt, der auf [...] Wege gar nicht ermittelt werden kann.

Eine andre Kennzeichnung der wirtschaftli[...] deutung ergibt sich aus folgendem. Das Wa[...] Schmiedewerk erhält vom Stahlwerk Blöcke z[...] mung der bestellten Stücke. Gewiß kann der Sta[...] auf Grund seiner Erfahrungen den Herstellung[...] so leiten, daß der erzeugte Stahl die vom Abne[...] wünschten Festigkeitseigenschaften mit einer m[...] weniger großen Wahrscheinlichkeit auch auf[...] schwieriger aber diese Eigenschaften zu erreic[...] je kostspieliger damit auch der Werkstoff wi[...] größer wird auch die Möglichkeit, daß die gew[...] Eigenschaften im Einzelfall doch nicht erreicht [...] Wird nun der Block im Walzwerk oder Preßw[...] arbeitet, so entstehen hier auch die Weiterverar[...] kosten; genügt das Stück dann später den Bedi[...] nicht, so ist einmal eine weitere Häufung der [...] entstanden, zum andern ein Zeitverlust, der ja [...] unangenehmen Folgen sein kann. Durch die Z[...] prüfung des Gusses mittels einer Gußprobe im [...] torium kann dieser Gefahr weitgehend vorgebeugt[...]

Die Arbeit der Versuchsanstalt geht aber i[...] Beziehung noch weiter. Die im Siemens-Martin-O[...] gehenden metallurgischen Umsetzungen, die w[...] sind für die Erreichung des Werkstoffes von [...] wünschten Beschaffenheit, werden heute im [...] werke nicht mehr durch technologische Beoba[...] verfolgt, es werden vielmehr laufend dem S[...] Proben entnommen, die im Laboratorium auf di[...] bestandteile: Kohlenstoff, Mangan, Phosphor, un[...] fel, geprüft werden. Diese überwachende Arbeit [...] eine große Schnelligkeit der Durchführung der [...] So tritt an das Laboratorium die Aufgabe hera[...] großen Teil seiner Bestimmungen mit einer G[...] digkeit durchzuführen, die weit größer als s[...] bräuchlich ist. Einmal sind hierfür von den [...] torien selbst besondere Schnellverfahren au[...] worden, zum andern verlangt diese Aufgabe a[...] dem Leiter eine nicht zu unterschätzende Organ[...] gabe.

Man darf nach allem heute zweifellos den S[...] sprechen, daß ein Fortfall des Laboratoriums de[...] neten Gang der Erzeugung eines neuzeitlichen [...] werkes innerhalb kürzester Zeit unmöglich [...] würde. Die meist selbständige Stellung der Ver[...] stalten unmittelbar unter der Werkleitung gibt a[...] den Abnehmerkreisen die Beruhigung, daß de[...] gungsgang des von ihnen bezogenen Werkstoff[...] einer Kontrolle steht, die Fehl-Erzeugnisse au[...] soweit dies eben bei einer technischen Arbeit ü[...] möglich ist.

Um einen Anhalt zu geben über die Arbei[...] die nur in diesem Teil einer Versuchsanstalt z[...] tigen ist, seien in Zahlentafel 1 einige Zahlen [...] die dem praktischen Betrieb eines neuzeitlichen [...] Hüttenwerkes entnommen sind.

Es wäre aber verfehlt, anzunehmen, daß die [...] der Versuchsanstalt seine Aufgabe damit erfül[...] würde, eine große Analysenfabrik zu sein. Ich hab[...] darauf hingewiesen, daß die Versuchsanstalte[...] großen Anteil an der Entwicklung der analytisc[...]

[1]) Über das Beispiel der Arbeitsweise einer Versuchsanstalt in einem Edelstahlwerk s. Oertel, Organisation der Abteilung Forschung und Überwachung der Stahlwerke Becker A.-G., Mitteilungen der Stahlwerke Becker A.-G. 1927 Heft 8.

Zahlentafel 1
der analytischen Einzelbestimmun-
ei der monatlichen Erzeugung eines
Hüttenwerks

enstand der Untersuchung	Zahl der Bestimmungen
. . . .	2 500
n vom Hochofen	1 200
„ Mischer	3 200
on Thomaswerk	12 500
, Martinwerk	5 500
offe, insbes. Gase	800
schlacke	3 000
es	2 500
Insgesamt	31 200

dadurch haben, daß sie für ihre Sonderzwecke verfahren ausbilden mußten. Die Beschäftigung Ausbau der analytischen Chemie geht aber noch iter. In welchem Maße die Versuchsanstalten der werke hierdurch zu Stellen geworden sind, die für twicklung der analytischen Verfahren eine erheb- Bedeutung haben, lassen die überaus zahlreichen nerkannt bedeutsamen Veröffentlichungen des er-Fachausschusses des Vereins deutscher Eisen- eute deutlich erkennen, sie legen beredtes Zeugnis dieser technisch und wissenschaftlich gleich be- ien, für die Allgemeinheit der chemischen Wis- ft wichtigen Wirksamkeit der Laboratorien und eiter.

zu ein andrer bedeutsamer Umstand. Naturgemäß n sich infolge der gekennzeichneten Art der Tätig- den Laboratorien im Laufe der Zeit gewaltige von Einzelversuchsergebnissen an. Es ist das nst von Daeves, darauf hingewiesen zu haben, e Auswertung dieser Zahlenunterlagen durch die hlforschung Erkenntnisse vermitteln kann, die Hüttenbetriebe von der größten Wichtigkeit sein , es würde zu weit führen, auf diese Auswertungs- hier näher einzugehen, die noch viel weiter aus- und ausgewertet werden kann[2]). Einige Beispiele es Arbeitsverfahren gab ich vor kurzem an Stelle[3]).

vorstehenden ist im besonderen Maße von der uchung auf chemischem Wege gesprochen worden, die Rohstoffe fast ausschließlich das Feld be- t, während die Fertigerzeugnisse, wie bereits t, in hohem Maß auch Festigkeits- und noch Prüfungen laufend unterworfen werden. So wer- gnetstähle und Transformatorenbleche auf ihre ischen Eigenschaften laufend untersucht usw. ür alle diese Prüfungen gelten naturgemäß ähn- edankengänge. Die Gefügeuntersuchung nimmt in fenden Prüfung nur einen geringen Raum ein, in wird die laufende Untersuchung der Stähle ichmäßigkeit durch eine Ätzprobe und die Nach- richtiger Wärmebehandlung, insbesondere bei lestücken, durchaus auf breiter Basis durchge- nd ist ein oft unerläßliches Hilfsmittel geworden.

gutachtliche Tätigkeit der Versuchsanstalt bei ndungen und besonderen Erscheinungen im Be- ler zweite große Arbeitskreis, ist ein sehr weites d etwas verwickelter als die laufende Prüfung. darf es schon der Ausnutzung all der Mittel, die zeitliche Werkstoffkunde ausgebildet hat, und erheblicher Kenntnisse und Erfahrungen auf Gebiet, um Ersprießliches zu leisten. Dabei fällt suchsanstalt eine allgemein bedeutsame Aufgabe lich häufig der Mittler zu sein zwischen dem nden Werk und dem Abnehmer.

lreiche Anforderungen der verbrauchenden In- lassen sich heute noch nicht in einfache, klare ebedingungen fassen, es sei erinnert an die Forderungen einer leichten Bearbeitbarkeit von Automatenstahl, an die Schneidkraft von Werkzeugstahl, an den Verschleißwiderstand und anderes mehr. Geschehen kann es — insbesondere wenn der Kunde, wie es leider nur allzu häufig noch geschieht, keine klaren Angaben über den Verwendungszweck macht —, daß ein durchaus den vom Kunden mitgeteilten Forderungen (Zusammensetzung, Festigkeitseigenschaften) genügender Werkstoff geliefert wird, der aber in jener Sonderrichtung dann doch nicht befriedigt, so daß er beanstandet wird. Hier erwächst der Versuchsanstalt die Aufgabe, festzustellen, was es nun mit jener Sondereigenschaft auf sich hat, wie sie in der Lieferung ausgebildet ist, wie weit sie hinter dem zu Erwartenden zurückbleibt, wie weit sie besser zu entwickeln ist und, was auch sehr bedeutsam ist, wie weit der Verbraucher selbst dazu beitragen kann, daß er zufrieden ist.

Gerade die Beratung des Verbrauchers ist eine gar nicht hoch genug einzuschätzende Aufgabe der Versuchsanstalt. Erinnert sei nur an das so große Gebiet der Wärmebehandlung des Stahles durch Glühen, Vergüten, Härten. Immer wieder muß betont werden, daß in der Ausbildung unsrer Maschinenleute auf den Technischen Hochschulen der Werkstoffkunde noch vielfach zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wird oder daß hier noch nicht die richtigen Bahnen beschritten werden. Da anderseits der Maschinenmann doch auch vielfach in die Lage kommt, seinen Stahl wärmetechnisch behandeln zu müssen — und sei es auch nur ein „einfaches" Schmieden —, so kommen die schlimmsten Mißhandlungen des Stahles in der Praxis vor, und der dann einsetzende Mißerfolg wird fast stets dem Werkstoff zugeschrieben. Wenn hier die Hauptaufgabe der Versuchsanstalt ist, die ungerechtfertigte Beanstandung zurückzuweisen, so tritt anderseits die Aufgabe hinzu, dem Verbraucher auch mit Aufklärungen zu dienen. Und nach der andren Seite hat die Versuchsanstalt selbstverständlich auch die Pflicht, die eigenen Werkbetriebe nicht zu schonen, sie nachdrücklich darauf hinzuweisen, wenn Mängel im Werkstoff vorliegen, die der Fertigung und Verarbeitung als solcher zuzuschreiben sind.

Hier ist wesentliches Hilfsmittel die Gefügeuntersuchung, die Aufschlüsse gibt, die die chemische Analyse und die Festigkeitsprüfung nie vermitteln können. Die Ungleichmäßigkeiten im Stahl (Seigerungen), die nichtmetallischen Einschlüsse, die gesamte Wärmebehandlung mit ihren Möglichkeiten der Veredelung, aber auch der Ausbildung von Fehlern — alles das sind die Gebiete, auf denen die Metallographie ihre Triumphe feiert.

Die einzelnen Fälle solcher gutachtlichen Arbeiten sind naturgemäß außerordentlich verschieden geartet. Der Nachweis einer ungenügenden oder zu hohen Erhitzung beim Härten von Stahl ist z. B. in den weitaus meisten Fällen leicht zu führen, eine Gefügeuntersuchung läßt hier den Fehler meist sehr bald erkennen. Anderseits muß darauf hingewiesen werden, daß gerade eine einfache Gefügeuntersuchung in sehr vielen Fällen eine Erklärung nicht gibt. Man muß sich auch vor einer Überschätzung insbesondere der Metallographie etwas hüten.

Wenn weder die chemische Untersuchung noch eine Gefügeuntersuchung und eine Prüfung der Festigkeit, Härte usw. einen Aufschluß ergibt, wird es sehr häufig erforderlich sein, daß in der Versuchsanstalt auch Warmbehandlungen des Werkstoffes vorgenommen werden, die entweder grundsätzlich das Verhalten des Werkstoffes bei einer Warmbehandlung klären sollen, oder aber die der praktisch angewandten Warmbehandlung nachgeahmt sind, um festzustellen, ob diese an sich zweckmäßig war und richtig ausgeführt worden ist. Es gibt immer noch eine ganze Anzahl von technischen Eigenschaften bei Stahl und Eisen, die in ihrer Differenzierung mit dem normalen Werkstoffprüfverfahren nicht erfaßt werden können. Um nur ein Beispiel anzuführen, sei hingewiesen darauf, daß die sogenannte Alterung des Stahles, das Sprödewerden beim ruhigen Lagern nach einer kleinen Reckung weder chemisch noch metallographisch im Werkstoff irgendwie kenntlich wird.

---

[2]) ...eves, Großzahlforschung, Fachausschußberichte des Ver- ...scher Eisenhüttenleute, Werkstoffausschußbericht Nr. 43. ...Bd. 67 (1923) S. 643, Bd. 69 (1925) S. 1542.

[3]) H. Schulz, Über die Organisation der Materialprüfung bei ...ern, „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 812.

Auch die Aufklärung der Beanstandungen wirkt sich aus als Niederschlag von Erfahrungen, die von der größten Bedeutung werden können. Hier ist die Festlegung jeder Einzeluntersuchung in Form von Karteien, wie ich es an andrer Stelle eingehender beschrieben habe, ein wertvolles Hilfsmittel[4]). Und ihre Auswertung führt dann auch über zu den selbständigen Forschungsarbeiten der Versuchsanstalten. Was die Versuchsanstalten der deutschen Hüttenwerke auf diesem Gebiet geleistet haben, dafür gibt den besten Aufschluß die Sammlung von Arbeiten, die im Rahmen der Werkstoffausschußberichte des Vereins deutscher Eisenhüttenleute erschienen sind. Von den bislang in dieser Sammlung vorliegenden Arbeiten stammt der überwiegende Teil aus den Versuchsanstalten der Hüttenwerke.

Dabei brachten diese Arbeiten bedeutsame Aufklärungen auf den verschiedensten Gebieten der Stoffkunde von Eisen und Stahl, so die Lösung der Frage nach der Entstehung des Schwarzbruchs, wertvolle Beiträge über den Einfluß des Schmiedens auf Stahl, über den Faserbruch, über den Einfluß verschiedener Legierungsbestandteile auf die Eigenschaften des Stahles. Von sehr großer Bedeutung sind ferner verschiedene Arbeiten über die laboratoriumsmäßige Erfassung des Verschleißwiderstandes von Stahl und letztens, um nur noch ein Gebiet zu erwähnen, liegen eine große Anzahl von Arbeiten insbesondere über feuerfeste Baustoffe vor.

Über die Arbeiten, die die Versuchsanstalten der deutschen Hüttenwerke zur Verbesserung der Arbeitsverfahren der eignen Werke durchführten, dringt naturgemäß das meiste nicht in die Öffentlichkeit. Es sind ja in den selteneren Fällen ganz neue Werkstoffe oder ganz neue Arbeitsverfahren, die ausgebildet werden — meist handelt es sich darum, in zäher, oft langwieriger Arbeit kleine Verbesserungen des erzeugten Werkstoffes einzeln Schritt für Schritt herbeizuführen, Einzelheiten, die in ihrer Gesamtheit große Fortschritte bringen können.

Bereits mehrfach ist die Bedeutung der Versuchsanstalten und ihrer Arbeiten auch für die Technik ganz allgemein gestreift worden. Es ist um so wichtiger, diese Seite hervorzuheben, als diese Wirksamkeit n fach viel zu wenig anerkannt wird. Die Versu ten können aus naheliegenden Gründen bei wei alle Erkenntnisse veröffentlichen, die bei ihren gewonnen werden, sie sind ja schließlich Stellen Vorteil ihres Werkes arbeiten müssen und d gebnisse daher in erster Linie auch diesen z und zwar oft allein zukommen müssen. Daher die Bedeutung der Versuchsanstalten als wis licher Institute zugunsten öffentlich arbeitende etwas unterschätzt. Der Eingeweihte jedoch wei um nur eins herauszugreifen — eine Werkstof beim Stahl kaum möglich gewesen wäre ohne kräftige Arbeit der Versuchsanstalten und die tung ihrer Erfahrungen. Anerkannt ist ferner, fach anregend die Arbeiten der Versuchsanst Eisenhüttenwerke auf die Fortentwicklung d festen Baustoffe gewirkt haben.

Die vor kurzem stattgefundene Jahresver des Reichsverbandes der deutschen Industrie i furt stand im Zeichen des Themas „Qualitätsarbe Bedeutung gerade für Deutschland dort nach und überzeugend dargetan wurde. Wenn Tätigkeit der Versuchsanstalten der deutsche werke zusammenfassend betrachtet, ihre Wi als Stellen einmal der Überwachung der A gänge, zum andern der Durchführung von kläre fördernden gutachtlichen und forschenden Ar darf man wohl aussprechen, daß im Ringen un die Versuchsanstalten mit an erster Stelle stehe zu hoffen, daß die deutsche Eisenindustrie wie auch in Zukunft ihren Anstalten die Entwickl lichkeit gibt, die sie weiter hineinwachsen läß Aufgabe, deren Erfüllung ja in erster Linie d industrie wieder zugute kommt.

Und weitere Kreise der Technik werden vollkommeneres Bild von Wesen, Art und Täti ser Institute machen können, wenn auf der V tagung in Berlin eine großangelegte Versuchs vollem Wirken zur Darstellung gelangt — eine anstalt, die in angestrengter Zusammenarbeit d und Mitarbeiter eben dieser Arbeitsstätten der Eise organisiert und aufgebaut worden ist. [

[4]) E. H. Schulz a. a. O.

Festigkeit und Gefügeaufbau des Gußeisens

In den letzten Jahren sind in grundlegenden Arbeiten die Bedingungen und Ursachen, die die Festigkeitseigenschaften des Gußeisens beeinflussen, eingehend erforscht worden. P. Bardenheuer[1]) gibt eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Untersuchungsergebnisse und kommt auf Grund eigener Versuche zu dem Schlusse, daß die Festigkeitseigenschaften des Gußeisens vorwiegend durch die Form und Verteilung des Graphits beeinflußt werden, und zwar viel stärker als durch das Gefüge der metallischen Grundmasse. G. Neumann[2]) findet durch seine Versuche diese Annahme vollauf bestätigt. Gußeiserne Bremsbacken für Kraftwagen waren zu weich angeliefert worden; es wurde versucht, durch eine Ölhärtung bei 850 ° und ein Anlassen bei 600 bis 650 ° den Werkstoff zu vergüten und ihm eine größere Härte zu verleihen, was auch in einwandfreier Weise gelang.

Im Anschluß hieran untersuchte man eingehend fünf aus derselben Schmelze stammende Probestäbe, um den Zusammenhang zwischen Gefügeaufbau, Härte und Festigkeit nachzuprüfen. Man hatte also ein Gußeisen, dessen Graphit nach Gehalt und Ausbildungsform gegeben w weitere Wärmebehandlung, wie Härten und Anlass folglich an der Graphitbildung nichts mehr geän den, sondern es wurde lediglich die Grundmass beeinflußt. Die Stäbe wurden auf 850 ° erhitzt Öl abgeschreckt und darauf bei einer nicht an Temperatur soweit angelassen, daß Brinellhärten bis 266 erreicht wurden. Ein Stab wurde in eine packung dreimal auf 900 ° erhitzt und langsam gelassen, um möglichst eine ferritische Grundmas reichen. Die Brinellhärte war in diesem Fall gesunken. Die Zerreißfestigkeitswerte schwankten Fällen nur zwischen 18,0 und 21,7 kg/mm².

Es geht daraus hervor, daß sowohl eine Hä ein Weichglühen der Grundmasse gegebener gle Gußstücke in einem Ansteigen oder Abfallen de härte zum Ausdruck kommt, daß aber, da die Graphitausbildung hierdurch nicht berührt wird, reißfestigkeitswerte nur unwesentlich schwanken. lichst geringer Graphitgehalt in möglichst fein Anordnung ist also für ein Gußeisen hoher Fes erstreben, erst in zweiter Linie sind die Eigensc Grundmasse von Bedeutung.

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Kr

[1]) „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 857; Z. Bd. 71 (1927) S. 683
[2]) „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1606/09.

Das Verhalten von Stahl bei tiefen und hohen Temperaturen

Von Dr.-Ing. Anton Pomp, Düsseldorf

influß des Faktors Zeit bei der Prüfung der mechanischen Eigenschaften des Stahles bei von Raumtemperatur abweichenden Värmegraden. Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit. Kugelfallhärte von gehärtetem Werk- ugstahl bei erhöhten Temperaturen. Kerbzähigkeit bei tiefen und hohen Temperaturen. Verhalten von Transformatoren- eisen in der Wärme.

Abb. 1
'estigkeitseigenschaften weichen Stahles in Abhängigkeit von der Temperatur (schematisch)

Abb. 2
Anfangsfließen in Abhängigkeit von der Temperatur (French und Tucker)

Abb. 3
Dehnung-Zeit-Schaulinien für verschiedene Belastungsstufen (schematisch)

Kenntnis der Eigenschaften eines Werkstoffes ei Raumtemperatur reicht zur Beurteilung seiner 3rauchbarkeit im praktischen Betriebe vielfach us. Zahlreiche Konstruktionsteile müssen bei raden arbeiten, die teils oberhalb, teils unterhalb mperatur liegen. Mit der Fortentwicklung des nenbaues sind die Temperaturen, denen die Bau- usgesetzt sind, ständig gewachsen und damit die rungen, die an die Werkstoffe, vor allem in der gestellt werden. Als von besonderer Bedeutung diesem Zusammenhang der Bau von Hoch- und ruckkesseln, die Ausgestaltung der Heißdampf- maschinen und -turbinen zu nennen. Ferner sind mechanischen Beanspruchungen bei noch höheren ituren zuweilen Druckgefäße für die chemische e ausgesetzt. Andre Konstruktionsteile arbeiten ılich bei tiefen Temperaturen. Es sei nur an on Kältemaschinen erinnert, ferner an solche enteile und Werkzeuge, die ungeschützt bei Winterkälte starken mechanischen Beanspru- , darunter auch den besonders gefährlichen Stoß- lagwirkungen Widerstand leisten müssen. stige Eigenschaften der Werkstoffe bei Raum- ur bieten keineswegs eine Gewähr für ihre für Werkstücke, die bei höherer oder niedri- 'emperatur arbeiten sollen. Die allgemein be- Erfahrung, daß sich Achs- und Schienenbrüche talten Jahreszeit häufen, die vielfach gemachte ung, daß schwere Zugketten, z. B. Schiffsanker- Förderketten der Braunkohlen-Tagebaue, nach eiten einwandfreien Laufes, bei strenger Kälte zu Bruch gehen, sind mit ihren folgenschweren n Belege dafür. Hieraus erhellt die Wichtigkeit ündlichen Erforschung der Eigenschaften des fes in der Kälte und Wärme für weite Gebiete nik.

'ürdigung dieser Umstände hat auch das Kaiser- Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, dem der Temperatur auf die mechanischen Eigen- der Werkstoffe in den letzten Jahren in starkem ne Aufmerksamkeit geschenkt mit dem Ziele, ige Unterlagen für die Beurteilung des Verhal- Stahl bei Wärmegraden zu schaffen, die von der eratur abweichen. Auf die Ergebnisse dieser ıungen wird im folgenden in erster Linie Be- mmen.

Bedürfnis nach einer Erforschung des Tempera- sses auf die mechanischen Eigenschaften des es hat man zunächst dadurch befriedigen zu glaubt, daß man die bei Raumtemperatur übliche Ausführung des Zugversuches unverändert für die Bestimmung bei höherer Temperatur übernahm. Dieser Weg ist aber nur so lange einwandfrei, wie die Art der Versuchsausführung, insbesondere die Geschwindigkeit seiner Durchführung, als bedeutungslos für das Ergebnis gelten darf, was für Stahl bei der Prüfung bei Raumtemperatur bis zu einem gewissen Grade der Fall ist. Nachdem aber erkannt worden ist, daß verhältnismäßig geringfügige Änderungen der Versuchsgeschwindigkeit bei höherer Prüftemperatur wesentlichen Einfluß auf die erreichten Werte ausüben, können die im normalen Warmzerreißversuch gewonnenen Festigkeitswerte dem Ingenieur nicht als Berechnungsgrundlage für seine Konstruktion dienen. Es ergab sich so als leitender Gesichtspunkt die Notwendigkeit, den Faktor Zeit bei der Prüfung der mechanischen Eigenschaften des Stahles bei Wärmegraden, die von der Raumtemperatur abweichen, zu berücksichtigen.

Die Aufgabe gliedert sich je nach der Art der Beanspruchung, die für das Werkstück im praktischen Betriebe zu erwarten ist, nach verschiedener Richtung. Als kennzeichnender Unterschied in dieser Beziehung ist die Forderung zu nennen, daß auf der einen Seite der Werkstoff einer verhältnismäßig kurzen, unter Umständen schlagartigen, Beanspruchung gewachsen sein muß, oder daß er auf der andern Seite auch einer langdauernden Belastung standzuhalten in der Lage sein soll.

Statische Beanspruchungen

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Metalle, z. B. beim Kupfer, ist auf Grund von normalen Warmzerreißversuchen erkannt worden, daß Streckgrenze und Zugfestigkeit, in entsprechender Weise auch die Elastizitätsgrenze mit steigender Prüftemperatur auf niedrigere Werte sinken.

Stahl, besonders in den weicheren Sorten, nimmt hinsichtlich der Temperaturabhängigkeit der im Zerreißversuch gewonnenen Eigenschaftswerte eine Ausnahmestellung ein. Abb. 1 gibt ein Bild dieser Verhältnisse. Die Streckgrenze sinkt unter Verschwinden des Lastabfalles an der oberen Streckgrenze durchaus normal mit steigender Prüftemperatur zu niedrigeren Werten. Dagegen zeigt die Zugfestigkeit zunächst nur einen schwachen Abfall, beginnt aber bei Temperaturen, die je nach dem Kohlenstoffgehalt zwischen + 50 und 200° schwanken, zu einem Höchstwert im Temperaturgebiet zwischen 200 und 350° wieder anzusteigen; erst bei weiter steigender Versuchstemperatur fällt die Kurve in entsprechender Weise wie bei den übrigen Metallen.

Die Schaulinien der Dehnung und der Einschnürung nehmen einen nahezu umgekehrten Verlauf; dem Höchstwert der Zugfestigkeit entspricht bei fast gleicher Temperatur ein Mindestwert der Einschnürung, ein solcher der Dehnung bei in der Regel etwas niedriger gelegener Temperatur. Diese Abnahme der Dehnung und Einschnürung im Gebiete der sogenannten Blauwärme hat man lange Zeit als Kennzeichen einer verminderten Formänderungsfähigkeit, oder einer ausgesprochenen Sprödigkeit, Blaubrüchigkeit, des Stahles in diesem Temperaturgebiet angesprochen; auf diesen Punkt werde ich noch in anderem Zusammenhang näher eingehen.

Eingehende Untersuchungen aus den letzten Jahren haben nun mit aller Klarheit den Nachweis erbracht, daß bei höheren Temperaturen, bei Stahl etwa oberhalb 300 °, bereits bei Belastungen erheblich unterhalb der als Beginn beträchtlicher bleibender Formänderung bestimmten Fließgrenze bei genügend langer Dauer eine sehr starke Formänderung, ja sogar der Bruch des Probestabes eintreten kann. Aus dieser Erkenntnis haben sich eine Reihe von planmäßigen Untersuchungen zur Ermittlung der Grenzbelastung für die verschiedenen Temperaturen entwickelt, oberhalb deren die Dehnung der Probe nicht mehr zum Stillstand kommt, sondern schließlich bis zum Bruch weiterschreitet. An Stelle der Bezeichnung Kriechgrenze (creep limit) sei für diese Grenzbelastung die Bezeichnung Dauerstandfestigkeit gewählt. Abb. 2 veranschaulicht die gewonnenen Erkenntnisse auf Grund von Versuchen von French und Tucker[1]). Unterhalb der Linie der Proportionalitätsgrenze findet eine bleibende Verformung auch bei langandauernder Belastung überhaupt nicht statt; zwischen dieser Linie und der Kriechgrenze kommt die zunächst einsetzende Formänderung infolge der in dem Werkstoff vor sich gehenden Kaltverfestigung zum Stillstand, während oberhalb dieser Linie die jeweils eintretende Verfestigung infolge der Kristallerholung oder Rekristallisation wieder aufgehoben wird, so daß die Formänderung weiter fortschreiten kann.

Das unterschiedliche Verhalten des Werkstoffes bei Beanspruchung unterhalb oder oberhalb seiner Dauerstandfestigkeit wird durch Abb. 3 veranschaulicht, die die Dehnung des Werkstoffes in Abhängigkeit von der Zeit für eine Reihe von Belastungsstufen bei einer bestimmten Temperatur zur Darstellung bringt. Während bei den geringeren Belastungen die zunächst in beträchtlichem Ausmaß einsetzende Dehnung infolge Kaltverfestigung des Werkstoffes nach mehr oder weniger kurzer Zeit abklingt und schließlich völlig zum Stillstand kommt (Kurve 1 bis 4), geht von einer gewissen Beanspruchung an infolge der alsdann einsetzenden Kristallerholung oder Rekristallisation die eintretende Kaltverfestigung, wenn zum Teil auch sehr langsam, wieder zurück, so daß eine ständig fortschreitende Dehnung (Kurve 5) beobachtet wird, die bei ausreichend langer Zeitdauer zum Bruch führen wird (Kurve 6).

Infolge der sich über Wochen und Monate erstreckenden Versuchzeiten bei diesen Dauerversuchen

Abb. 4
Dauerstandfestigkeit von geglühten Stählen in der Wärme

[1]) Techn. Paper Bur. Standards Nr. 296.

kann diese Arbeitsweise als Prüfverfahren für die Werkstoffprüfung nicht in Frage kommen. Es drä daher mit zwingender Notwendigkeit die Aufgabe abgekürztes Verfahren zu entwickeln, das ei über das Verhalten des Stahles unter Dauerbelas höherer Temperatur vermittelt. Die Bemühun Eisenforschungsinstitutes[2]) in dieser Richtung h einem Vorschlag geführt, der im Laufe von ein Arbeitstagen zu einer angenäherten Bestimmung nannten Grenzbelastung für eine Prüftemperatu Dabei muß selbstverständlich auf die genaue Bes der als wahre Dauerstandfestigkeit bezeichneten belastung, oberhalb deren die Formänderung ni zum Stillstand kommt, verzichtet werden; diese i lich im Dauerversuch zu bestimmen.

Die im abgekürzten Verfahren bestimmte Dau festigkeit ist vielmehr gekennzeichnet durch ei Grund von größeren Beobachtungsreihen, a nicht ohne eine gewisse Willkür festgesetzten G der Dehnungsgeschwindigkeit des Stahles in ei wissen Zeitraume nach dem Aufbringen der B — 0,001 vH/h in der 3. bis 6. Stunde. Das Besti verfahren stellt an Meßgenauigkeit und vor all peraturkonstanz der Probe recht hohe Anford hat aber befriedigend wiedergebbare Werte Abb. 4 zeigt im Temperaturbereich von 300 bis Ergebnisse für eine Reihe von Kohlenstoffstähl starke Abfall der Dauerstandfestigkeit mit s Prüftemperatur in diesem Gebiete tritt mit aller keit hervor, gleichzeitig der starke Anstieg de mit steigendem Kohlenstoffgehalt. Die tiefe Lage d für den eutektoiden Werkzeugstahl erklärt sic dessen abweichende Gefügeausbildung; dieser S in weichgeglühtem Zustande mit körniger Ausbil Zementits vor, während alle übrigen Proben d in lamellarer Form enthielten.

Wenn auch den im vorgeschlagenen abg Prüfverfahren ermittelten Werten der Dauersta keit nicht die Bedeutung einer absoluten Bere grundlage für den Konstrukteur zukommen k steht der damit zu erreichende Fortschritt hi der vergleichenden Prüfung der verschiedenen l doch außer Zweifel, und ein Vergleich mit der f einzigen Werkstoff im Dauerversuch oder i tischen Betrieb als tatsächlich zulässig erkannt spruchung füllt die genannte Lücke mit großer digkeit aus. In welchem Verhältnis die so b Dauerstandfestigkeit zu der bei der betreffend peratur festzustellenden Elastizitätsgrenze steh etwa mit genügender Annäherung durch deren mung zu ersetzen ist, kann erst auf Grund ausg Versuchsreihen entschieden werden.

Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen 500 ° die Dauerstandfestigkeit bei Beanspruchung halb der 0,01 vH-Grenze, bei 300 ° dagegen meist in der Streckgrenze, zum Teil auch beträchtlich davon, ermittelt. Bis 300 ° scheint hiernach di Grenze die geeignete Berechnungsgrundlage f struktionsteile aus Stahl, die Dauerbelastung gesetzt sind, darzustellen, während bei 500 ° we halb dieser Grenze, auch noch unterhalb der Grenze bereits dauernd fortschreitende Formän zu erwarten sind, die unter Umständen zu führen könnten.

Dynamische Beanspruchungen

Im Gegensatz zu diesen Prüfungen fi andauerde Belastungen ist einer Untersuchungs achtung zu schenken, bei der die Prüfung de nischen Eigenschaften bei erhöhter Temperatur sogenanntes dynamisches Verfahren, d. h. mitt kurzen schlagartigen Beanspruchung erfolgt. diesem Wege macht man sich wenigstens bis zu e wissen Grade von dem Einfluß des Zeitfaktors Prüfung frei. Aus den spärlichen älteren Unte gen zu dieser Frage ging deutlich hervor,

[2]) A. Pomp und A. Dahmen, Mitt. aus dem K.-W Eisenforschung Bd. 9 (1927) S. 33; vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1

lten des Eisens bei höheren Temperaturen gegen-
tatischer, d. h. langsam wirkender und dynamischer
pruchung durchaus verschieden ist, so daß eine
ragung der bei statischer Prüfung festgestellten
schaftsänderungen auf den Fall dynamischer Bean-
nung nicht zulässig ist.

ereits vor mehreren Jahren ist im Eisenforschungs-
t eine Prüfung der Härte verschiedener Stahl-
bis zu Temperaturen von 1000 ° durchgeführt
n[3]). Benutzt wurde das von Wüst und Bar-
euer[4]) entwickelte Verfahren der Fallhärteprü-
bei dem als Wertmaßstab der Arbeitsaufwand ge-
ist, der beim Aufprall einer belasteten Stahlkugel
die ebene Oberfläche des Prüfkörpers für die
neneinheit des erzeugten Eindruckes nötig ist.
zur Durchführung dieser Fallhärteprüfungen be-
Gerät, Abb. 5, ist vom Losenhausenwerk, Düssel-
rafenberg, ausgebildet. Von den Ergebnissen der
hiedenen Versuchsreihen seien nur die in Abb. 6 für
allhärte von gehärtetem Schnelldrehstahl im Ver-
zu Werkzeugstahl und Schneidmetall dargestellten
besprochen. Die chemische Zusammensetzung der
suchten Werkstoffe enthält Zahlentafel 1.
Venn auch aus Gründen, die im Bestimmungsver-
n liegen, die über 1000 Einheiten liegenden Härte-
ziemlich unsicher sind, so ist aus dem Verlaufe
urven doch zu folgern, daß die hochlegierten Schnell-
tähle auch im Gebiete bis zu 600 ° ständig weicher
n, wenn auch nicht in dem Maße wie der gehärtete
zeugstahl WS. Die Härteabnahme des Stellits ist da-
im ganzen untersuchten Bereiche sehr viel ge-
r. Aus dem Vergleiche der Kurven ist deutlich zu
en, daß der Werkzeugstahl WS für Schnellschneid-
ke, bei denen Temperatursteigerungen an der
elschneide bis auf Dunkelrotglut auftreten, dem
elldrehstahl weit unterlegen sein muß. Dabei ist je-
zu berücksichtigen, daß die Härte keineswegs die

[3]) F. Körber und J. B. Simonsen, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für
orschung Bd. 5 (1924) S. 21.
[4]) Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 1 (1920) S. 1.

Abb. 6
llhärte von gehärtetem Schnelldrehstahl bei höheren
Temperaturen (s. a. Zahlentafel 1)

für die Schneidfähigkeit eines Werkzeuges allein bestimmende Eigenschaft ist. Das folgt ohne weiteres aus der Härtekurve des Stellits; obgleich dieser ausgezeichnete Schneideigenschaften hat, verläuft seine Härtekurve bis 600 ° erheblich tiefer als die der Schnellstähle. Die hohen Werte seiner Härte bei Temperaturen über 700 ° deuten aber darauf hin, daß Werkzeuge aus Stellit bei besonders starken Beanspruchungen solchen aus legiertem Schnelldrehstahl gegenüber eine höhere Schneidleistung erwarten lassen.

Abb. 5
Fallhärteprüfer nach
Wüst-Bardenheuer

Die Prüfart, von der hinsichtlich der Widerstandfähigkeit des Werkstoffes gegen Bruch bei einer plötzlichen Beanspruchung die besten Aufschlüsse zu erwarten sind, ist der Kerbschlagbiegeversuch, bei dem die zum Bruch einer eingekerbten Vierkantprobe bestimmter Abmessungen erforderliche Schlagenergie als Maß der Kerbzähigkeit des Werkstoffes bestimmt wird.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß man vielfach in der im normalen Zerreißversuch festgestellten Verminderung der Formänderungsfähigkeit des Stahles im Gebiet von 200 bis 300 ° die Ursache für die Blaubrüchigkeit des Stahles gesehen hat. Entgegen dieser Auffassung, daß dem Stahl in der Blauwärme eine besondere Sprödigkeit zuzuschreiben sei, haben die Untersuchungen der Kerbzähigkeit bei höheren Temperaturen ergeben, daß dem Stahl in jenem Temperaturbereich im allgemeinen sogar höhere Kerbzähigkeitswerte eigen sind als bei Raumtemperatur. Nähere Untersuchungen haben als das Wesen der als Blaubrüchigkeit gefürchteten Erscheinung die bei einer mechanischen Bearbeitung in diesem Temperaturgebiet infolge der auftretenden schnellen Alterungswirkungen eintretende starke Verminderung der Formänderungsfähigkeit ergeben, die sich bei der nachträglichen Prüfung bei Raumtemperatur in einer starken Steigerung der Sprödigkeit kundtut[5]).

Eine Reihe älterer Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der Kerbzähigkeit hatten zu wenig übereinstimmenden Ergebnissen geführt. Stets war allerdings festgestellt worden, daß die Kerbzähigkeit bei sehr tiefen Temperaturen durchweg praktisch verschwindend klein ist, daß sie mit steigender Temperatur bald bei höheren, bald bei niedrigeren Wärmegraden einen Höchstwert durchläuft und schließlich wieder stark abfällt; oberhalb 400 bis 500 ° wurde dann stets ein starker Wieder-

[5]) F. Körber und A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 2 (1921) S. 59.

Zahlentafel 1
Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe, Abb. 6

erkstoff	C vH	Mn vH	Si vH	P vH	S vH	W vH	Ni vH	Cr vH	V vH	Mo vH	Co vH
ll- id- le A . .	0,76	0,23	0,19	0,026	0,043	18,85	—	5,22	0,13	0,55	—
B . .	0,74	0,57	0,15	0,022	0,006	11,53	—	3,81	0,19	0,90	—
C . .	0,65	0,63	0,34	0,026	0,008	18,27	0,45	4,21	0,46	0,67	3,89
. . . . . .	1,06	0,23	0,16	0,003	0,0125	—	—	—	—	—	—
t	1,20	1,52	0,68	—	—	—	—	9,20	—	19,73	55,87

Abb. 7
Kerbzähigkeit von weichem Flußstahl verschiedener Vorbehandlung in Abhängigkeit von der Temperatur

anstieg der Kerbzähigkeitswerte gefunden. Ausgedehnte planmäßige Untersuchungsreihen, die in den letzten Jahren im Eisenforschungsinstitut ausgeführt worden sind[6]), haben wesentliche Aufschlüsse über die noch ungeklärten Punkte gebracht. Über deren Hauptergebnisse sei kurz berichtet und dabei gezeigt, daß sie einige für die Praxis recht beachtenswerte Folgerungen zu ziehen gestatten.

In Abb. 7 sind die Werte der Kerbzähigkeit für einen weichen Flußstahl nach verschiedener Vorbehandlung (gewalzt, vergütet, überhitzt, kritisch verformt und geglüht, in der Blauwärme gewalzt) in Abhängigkeit von der Prüftemperatur zwischen — 70 und + 500 ° dargestellt. Bei Raumtemperatur hat der Werkstoff im Anlieferungszustand eine recht gute Kerbzähigkeit, die durch die Vergütung eine nicht sehr bedeutsame Steigerung erfahren hat. In den drei andern Zuständen ist der Werkstoff dagegen ausgesprochen kerbspröde; diesen kerbspröden Zustand zu erreichen, war gerade das Ziel der durchgeführten Behandlungen. Mit steigender Temperatur sinkt die Kerbzähigkeit des gewalzten Stahles stetig ab, nach tieferen Temperaturen hin bleibt der bei Raumtemperatur gefundene hohe Wert der Kerbzähigkeit bis — 20 ° erhalten, ist aber schon bei — 40 ° auf weniger als die Hälfte herabgesunken, um bei — 70 ° mit etwa 1 mkg/cm² praktisch verschwunden zu sein. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den absichtlich in spröden Zustand übergeführten Proben.

Die an sich schon geringe Kerbzähigkeit bei Raumtemperatur sinkt zu tieferen Temperaturen hin noch weiter bis zu praktisch verschwindenden Werten ab, wogegen mit steigender Temperatur, schon bei 50 °, ein starker Anstieg zu verzeichnen ist; zum Teil wird von etwa 200 ° ab die Kerbzähigkeit des gewalzten Flußstahles erreicht. Bei diesen Temperaturen kann also von einer Kerbsprödigkeit dieser Proben nicht mehr die Rede sein. Es sei betont, daß die Prüfung der auf diese mäßigen Temperaturen erwärmten und wieder erkalteten Proben bei Raumtemperaturen unverändert die niedrigen Kerbzähigkeitswerte ergibt. Die Kurve für die vergüteten Proben verläuft bei steigenden Temperaturen durchaus entsprechend der für den angelieferten Zustand; nach tieferen Temperaturen hin tritt aber der Zähigkeitsabfall erst unterhalb — 40 ° ein.

Von den praktischen Schlußfolgerungen, die sich aus den gewonnenen Erkenntnissen ziehen lassen, seien einige kurz angeführt:

[6]) F. Körber und A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 6 (1925) S. 23.

Bei der Prüfung der Kerbzähigkeit ist auf d halten einer bestimmten Versuchstemperatur bes Wert zu legen. Geringe Unterschiede der Prüftem können bei einem Werkstoff, dessen Kerbzähigke peratur-Schaulinie in der Nähe der Raumtemperatu starken Anstieg zeigt, weit voneinander abwe Kerbzähigkeitswerte ergeben. Eine Kennzeichnu Zähigkeit des Werkstoffes ist im Grunde nur du Festlegung der Kerbzähigkeit-Temperatur-Schaulin besondere der Temperatur des Steilanstieges gegeb

Für Konstruktionsteile, die in der Kälte geg und Schlag widerstandfähig bleiben sollen, empf sich, alle im Laufe der Fertigung möglichen Ver terungen durch ein nachträgliches Glühen oberh obersten Umwandlungspunktes, besser noch dur Vergüten wieder aufzuheben. Die Kerbzähigke peratur-Schaulinie folgt dann dem Linienzuge für d güteten Zustand in Abb. 7, d. h. der Werkstoff wei auch noch bei sehr niedrigen Temperaturen einen Widerstand gegen Rißbildung bei stoßweiser Be chung auf.

Als ein Beispiel, bei dem sich diese Erkennt sonders günstig ausgewirkt hat, seien elektris schweißte Flußstahl-Förderketten in Braunkohl werken genannt. Als Ursache ihrer hohen Neigu Bruch, besonders in der kalten Jahreszeit, wurde folge der Schweißung örtlich eingetretene Über des Werkstoffes erkannt, die sich in dem grob zackig ausgebildeten Gefüge, Abb. 8b, im Gegensatz in Abb. 8a dargestellten feinkörnigen Ausgangsgefü prägte. Die nachträgliche Vergütung der Kette, wie etwa zwei Jahren in einem größeren Hüttenwerke na schlägen des Eisenforschungsinstitutes durchgeführ ergibt eine vollkommene Regenerierung des Werk in dessen feinem Gefüge die Schweißnaht in de kaum noch zu erkennen ist, Abb. 8c. Neben d dieser Gefügeverbesserung verbundenen Behebu Kerbempfindlichkeit des Werkstoffes bei Raumtem und erst recht in der Kälte ist auf Grund länge triebserfahrung eine Festigkeitssteigerung der Ket rd. 15 vH als weiterer Vorteil zu verzeichnen.

Bei den Konstruktionsteilen, die im Betrieb übergehend auf höhere Temperaturen kommen, beo man das Reißen oder Brechen häufig nicht bei Wärmegraden, sondern meist dann, wenn sich di abgekühlt haben. In diesem Falle wird es sich u Stahl handeln, der bei Raumtemperatur gering zähigkeit hat, bei etwa 200 ° aber keinen we niedrigeren Widerstand gegen Schlag- und Stoßbe chung zeigt als ein gesunder Werkstoff. Als B seien Gießpfannengehänge genannt, bei denen wie ein Bruch beim Befördern der leeren Pfanne beo worden ist, nachdem noch kurz vorher die gefüllte anstandslos getragen worden war; die Erklärung lieg daß deren flüssiger Inhalt durch Strahlung d hänge auf die Temperatur des Höchstwertes der Ker keit erwärmt hatte.

a b c

Abb. 8
Gefüge von geschweißtem Flußstahl
a gewalzt *b* beim Schweißen überhitzt
c geschweißt und vergütet

e besondere Bedeutung kommt den Erkenntnissen lich des Dampfkesselbaues zu. Bei der im all-n bei 200 ° und höher liegenden Betriebstempera-t eine durch fehlerhafte Behandlung oder Über-des Werkstoffes im Betriebe bedingte Sprödigkeit die Erscheinung. Träte bei solchen bei Raum-tur kerbspröden Werkstoffen mit steigender Tem-keine Erhöhung der Kerbzähigkeit ein, erführen sie r, wie man früher vielfach auf Grund unzutreffender ungen über die Blaubrüchigkeit anzunehmen geneigt r eine weitere Abnahme ihrer Zähigkeit, so wären der Verwendung des Flußstahles im Kesselbau auf-n Gefahrenmomente gar nicht abzuschätzen.

mit dürfen wir uns aber hinsichtlich der Auswahl sselbaustoffe und ihrer Behandlung bei der Kessel-ung nicht in eine gewisse Sorglosigkeit einwiegen und jeder Schritt zur Einschränkung der Mög-en, die Werkstoffeigenschaften zu verschlechtern, on höchstem Werte. Die kürzlich bekanntgewordene klung eines Erzeugungsverfahrens für wenig alte-mpfindlichen Flußstahl[7]), mit dem die Gefahren der sselbau kaum zu vermeidenden Kaltformgebung auf ndestmaß eingeschränkt werden, bedeutet somit einen Schritt zur weiteren Sicherung des Dampfkessel-es gegen unter Umständen katastrophale Schaden-

ch bei höher gekohlten Stahlsorten bis zu 1 vH C die Bedeutung des Gefügezustandes infolge unter-icher Warmbehandlung in ganz entsprechender wie bei weichem Flußstahl bestätigt werden[8]). Auf heiten will ich hier nicht eingehen. Ich möchte f die Versuchsergebnisse, Abb. 9 und 10, hinweisen, nen sich die Hochwertigkeit eines mit Nickel und legierten Baustahles gegenüber einem Kohlenstoff-mit ebenfalls 0,23 vH C sowohl im gewalzten und ten Anlieferungszustand, Abb. 9, vor allem aber im eten Zustande, Abb. 10, kundtut, indem er noch 80 ° Kerbzähigkeitswerte aufweist, die von unlegier-ahl und selbst von einem weichen Flußstahl auch tande der besten Vergütung nicht im entferntesten t wurden. Bei hochbeanspruchten Teilen, die im u. U. Kältegraden von — 50° und mehr ausgesetzt , z. B. Flugzeugteilen, wird diese Erkenntnis von sein.

nz entsprechende Beobachtungen wie beim ge-Flußstahl wurden auch bei Stahlgußproben hin-h der Temperaturabhängigkeit der Kerbzähigkeit t[9]); Stahlguß zeigt im Gußzustande bei meist be-nden Festigkeitseigenschaften nur ein recht s Formänderungsvermögen, das in aller Schärfe Kerbschlagversuch hervortritt. Die Ursache liegt bekannten grobkristallinen Gußgefüge, Abb. 11. eine geeignete Glühbehandlung, bei der die Um-ngstemperaturen des betr. Stahles überschritten müssen und die nachfolgende Abkühlung nicht zu

Abb. 9 und 10
Kerbzähigkeit von Chromnickelstahl und Flußstahl in Abhängigkeit von der Temperatur
o—o—o Cr-Ni-Stahl o— — —o Kohlenstoffstahl

Abb. 13
Kerbzähigkeit von Siemens-Martin-Stahlguß in Abhängigkeit von der Temperatur

langsam erfolgen darf, kann man den Gefügezustand derartig verändern, Abb. 12, daß eine wesentliche Verbesserung aller mechanischen Eigenschaften, vornehmlich aber der Kerbzähigkeit eintritt. Demgemäß muß für alle hochbeanspruchten Konstruktions- und Maschinenteile aus Stahlguß heutzutage unbedingt sachrichtige Glühbehandlung gefordert werden; dabei sollte sich eine Steigerung des im Gußzustande häufig zwischen 1 und 2 mkg/cm² liegenden Arbeitsverbrauches beim Kerbschlagversuch auf etwa 5 bis 10 mkg/cm² durchweg erreichen lassen.

Die Ergebnisse der Untersuchung von drei verschiedenen Stahlgußsorten (Bessemer-, Siemens-Martin- und Elektrostahl), die im wesentlichen übereinstimmten, seien durch Abb. 13 veranschaulicht, die die Kurven der Kerbzähigkeit von Siemens-Martin-Stahlguß in Abhängigkeit von der Temperatur darstellt. Zunächst tritt die zähigkeitsteigernde Wirkung einer einwandfreien Glühung deutlich zutage. Im übrigen entspricht das Ergebnis, besonders ausgeprägt für die spröden Zustände des Werkstoffes im gegossenen und nach dem Glühen langsam erkalteten Zustande, durchaus den bei Flußstahl beobachteten Verhältnissen: eine starke Erhöhung

. Fry, Kruppsche Monatshefte Bd. 7 (1925) S. 185.
. Körber und A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisen-Bd. 7 (1925) S. 43.
Körber, „Stahl und Eisen" Bd. 44 (1924) S. 1765; F. Körber omp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 6 1.

Abb. 11
Ungeglüht

Abb. 12
Geglüht

Abb. 11 und 12
Gefüge von Stahlguß; Vergr. 100

Abb. 14
Festigkeitseigenschaften von Siliziumstahl (4 vH Si) in Abhängigkeit von der Temperatur

der Kerbzähigkeit mit einem Höchstwert zwischen 100 und 300°. Mit der Verbesserung des Gefügezustandes des Stahlgusses durch die vorgenommene Glühbehandlung, Abb. 12, verschieben sich die Höchstwerte nach tiefer liegenden Temperaturen.

Als praktisch wichtige Folgerung ergibt sich aus dieser Untersuchungsreihe, daß der bei Raumtemperatur spröde Stahlguß mit steigender Temperatur eine ganz beträchtliche Steigerung des zum Zerschlagen einer eingekerbten Probe erforderlichen Arbeitsbetrages aufweist.

Bei der Erklärung mancher Betriebsvorkommnisse werden diese Feststellungen neue Gesichtspunkte ergeben können. Es sei hier auf den Fall der Brüche von Stahlgußwalzen hingewiesen, die erfahrungsgemäß vornehmlich nach einem längeren Stillstand eintreten, der eine weitgehende Abkühlung der Walzen mit sich bringt. Zur Deutung der Walzenbrüche hat man in erster Linie Wärmespannungen herangezogen, die durch ungleichmäßige Erwärmung der Walzen im Betriebe hervorgerufen werden. Bei Wiederinbetriebnahme weitgehend abgekühlter Walzen können diese naturgemäß besonders starke Beträge erreichen. Hier spielt aber vielleicht in stärkerem Maße, als bisher beachtet, die Tem abhängigkeit der Kerbzähigkeit des Walzenwer eine Rolle. Durch den häufigen Wechsel der T turen der Walze und die dadurch bedingten Wär nungen treten mit der Zeit in jeder Walze kle brüche und Haarrisse ein. Solange sich die Walz länger andauerndes Walzen oder durch sorgsame mäßiges Anwärmen vor der Wiederinbetriebnal erhöhter Temperatur befindet, wirkt die hohe Ke keit der Ausbreitung dieser Risse und Anbrü gegen, während nach Abkühlung auf Raumter infolge der damit eintretenden stärkeren Sprödig Werkstoffes erhöhte Bruchgefahr besteht.

Schließlich sei noch eine Untersuchungsre geführt, aus der sich bemerkenswerte Folgerun die praktische Weiterverarbeitung eines Sond stoffes ableiten lassen[10]). Siliziumstahl mit et Si, den man für Transformatorenbleche wegen geringen Wirbelstrom- und Hystereseverluste viel det, ist bei Raumtemperatur so spröde, daß eine Ka mung, z. B. ein Kaltwalzen oder Kaltziehen, unmö Die Temperaturabhängigkeit der mechanischen Eigen dieses Werkstoffes bis zu 500° veranschaulicht Dehnung und Einschnürung, besonders ausgepr die Kerbzähigkeit, nehmen mit steigender Te rasch zu; die dadurch angezeigte Steigerung formungsvermögens des bei Raumtemperatur so Werkstoffes lehrt, daß eine nur verhältnismäßig Erhöhung der Arbeitstemperatur auf etwa 2 ebenso leichte Verformung ohne jede Rißbildung licht, wie bei weichem Flußstahl bei Raumtempera Bedeutung dieses Verfahrens, das gestattet, derar silizierte Eisenlegierungen in Form von dünn dern, z. B. für Telephonmembrane, oder von Drähten für Krarupkabel, Pupinspulen, Widerstä dergleichen herzustellen, liegt auf der Hand.

Zusammenfassung

Das Verhalten des Stahles bei erhöhten Temp wird gegenüber langdauernden Belastungen dert und ein abgekürztes Verfahren zur Bestimm Dauerstandfestigkeit beschrieben. Weiterhin werd härteuntersuchungen bei erhöhten Temperature Kerbzähigkeituntersuchungen bei tiefen und hoher graden angeführt. Endlich wird auf die Steiger Verformungsvermögens von Transformatoreneisen wärmung auf 50 bis 250° und auf die dadurch Möglichkeit einer Verarbeitung dieses Werkstoffe ringer Erwärmung hingewiesen.

[10]) A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforsc (1925) S. 105.

Verhalten von Flußstahl bei Dauerbeanspruchung unter 300°

Zur Prüfung von Kesselblechen haben Rosenhain und Hanson[1]) Dauerversuche bei erhöhter Temperatur vorgenommen, um die Bedingungen des Dampfkesselbetriebes möglichst getreu nachzuahmen. Benutzt wurden Blechstreifen aus Flußeisen von der Zusammensetzung: 0,11 vH C, Si in Spuren, 0,39 vH Mn, 0,05 vH P, 0,75 vH S. (Dies ist ein gewöhnliches weiches Flußeisen, aber mit einem auffallend hohen Schwefelgehalt.)

Eine ganze Reihe dieser Versuchstücke, deren Bruchlast bekannt war, wurde in einem elektrischen Ofen bei einer Temperatur von 300° einer Zugbeanspruchung ausgesetzt von ⅓, ½ und ⅔ der Bruchlast. Die Dauer des Versuches betrug fünf Jahre und drei Monate. Um weiterhin einen etwaigen Einfluß des Kleingefüges festzustellen, wurden die Proben in vier Gruppen vor dem Versuch verschiedenen Behandlungen unterworfen. Die erste Gruppe erhitzte man auf 900° und ließ sie sehr langsam abkühlen; das Schliffbild zeigte Ferritkörner, umgeben mit Korngrenzenzementit. Die zweite Gruppe wurde bei 900° normalisiert und zeigte gewöhnliches ferritisch-perlitisches Gefüge. Die dritt erhitzte man nach Kaltbearbeitung vier Tage lang a innerhalb der vergrößerten Ferritkörner hatte sich de tit in Form kleiner Kügelchen ausgeschieden. D Gruppe wurde nur kaltbearbeitet und zeigte ein in d gezogenes Ferritkorn mit in Kugelform ausgesc Zementit. Eigentümlicherweise wurde eine Probe überzogen, um zu prüfen, ob dieser Überzug, der Versuchstemperatur flüssig ist, einen Einfluß ausü

Bei der langen Versuchsdauer ist keine einzi gebrochen, und nur in einem Falle war eine merkli bende Dehnung des Werkstoffes eingetreten. Di tion der Oberfläche der Proben war nur gering. E fung der Brinellhärten ergab in allen Fällen eine fü ganz geringe Verformung auffallende Härtesteigeru Zweifel ist dadurch der Werkstoff widerstandfähig die Dauerbelastung geworden. Die Schliffbilder n Versuch zeigten gegenüber den vorherigen Aufnal unverändertes Gefüge. Der günstige Erfolg des I suches erstreckt sich auf vollkommen glatte Blec ein anderes Ergebnis ist zu erwarten von den im G findlichen Versuchen mit gekerbten Probestreifen.

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Kra

[1]) „Iron and Coal Trades Review" Bd. 115 (1927) S. 442.

Neue Ergebnisse der Edelstahlforschung

Von Dr. Ing. W. Oertel, Willich[1])

Stand der Normung der Edelstähle in Amerika und Deutschland — Werkstoffprüfung — Vergütung von Baustahl — Werkzeugstähle — Werkstoffe für Gesenke — Leistungen von Schnellarbeitsstählen in Abhängigkeit von der Härtetemperatur und Anlaßtemperatur — Zukünftige Aufgaben

Hierzu Textblatt 13 und 14

nter den Forschungsergebnissen auf dem Edelstahlgebiet ist legierungstechnisch über den Baustahl wenig Neues ausgearbeitet worden. Um so hender hat man sich im Jahre 1926 mit der Normung Nickel- und Chrom-Nickel-Stähle befaßt. Das Ausist hier schrittmachend vorangegangen.

n Amerika gelten heute allgemein die Normen der ty of Automotive Engineers, in England die Normen British Engineering Standards Association. Die en umfassen fast das gesamte Gebiet der Stähle für wagen und beschreiben ihre Zusammensetzung, Beung und Verwendung in allen Einzelheiten. Die ikanischen Normen erscheinen in der Form eines Handes[1a]), das von der Society of Automotive Engineers sgegeben wird und neben den Normen von Stählen Kraftwagen auch Normen der Nichteisenmetalle und erungen, sowie aller Arten von Zubehörteilen ent-Die Normenblätter sind nach Stahlsorten geordnet. Die chen Normen, herausgegeben von der British Enring Standards Association, erscheinen in einzelnen n. Sie umfassen neben den allgemeinen Stählen Kraftwagen auch Normen von Sonderstählen sowie sse Maschinenteile.

in Deutschland sind vorläufig sechs Stähle genormt. sind auf einem Normenblatt zusammengestellt[1b]). nher sind für alle Stähle sogenannte Erläuterungser angefertigt, auf denen die zweckmäßigste Wärmendlung beim Schmieden, Vergüten und Einsetzen und nem besonderen Beispiel die Abhängigkeit der physichen Eigenschaften von der Wärmebehandlung anen sind. Beachtenswert ist, daß die genormten e der Society of Automotive Engineers nur auf d ihrer chemischen Zusammensetzung eingekauft en sollen, während für die deutschen Stähle der chemischen Zusammensetzung auch bestimmte nen der physikalischen Eigenschaften festgesetzt Eine Bemerkung sagt ausdrücklich, daß geringe ichungen der chemischen Zusammensetzung kein d zu einer Beanstandung sind, wenn die physikali-Werte genügen. Wir haben es also hier mit einer ehenden Gütenormung zu tun.

Hinsichtlich des Aufbaues der Vorschriften zur Werkprüfung ist den deutschen Normen sicherlich der Vorzu geben. Sie enthalten neben den Angaben über enahme und Probebemessung auch Hinweise über weckmäßige Benutzung der Prüfmaschinen. Bemerwert ist, daß die Abmessungen der Probestäbe zum ersuch in allen drei Ländern verschieden sind: chland $l = 10$ und $5\,d$, Amerika $l = 4\,d$, England $5\,d$. Bei der Beurteilung der Dehnung ist diesem schied Rechnung zu tragen.

ine Ergänzung der Prüfvorschriften der deutschen enblätter könnte heute schon dahingehend vorgeen werden, daß Richtlinien zur Prüfung der Obernhärte eingesetzter Stücke gegeben werden. Bei Prüfung der Oberflächenhärte zementierter Stähle man bisher fast ausschließlich auf die Feile ansen. Ein Arbeitsausschuß des Werkstoffausschusses Vereins deutscher Eisenhüttenleute hat nunmehr ebräuchlichen Härteprüfverfahren hinsichtlich ihrer ng zur Prüfung der Oberflächenhärte untersucht[2]). Ergebnis dieser gemeinsamen Untersuchung kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die Prüder Oberflächenhärte zementierter Stücke ist mittels ender Prüfverfahren durchaus möglich, wenn der Forderung nach einer bestimmten Einsatztiefe und dem Vorhandensein einer eutektoiden Randzone Rechnung getragen wird.

Der Kugeldruckversuch nach Brinell 5/750 und 2,5/187,5 ist von einer Gesamteinsatztiefe von mehr als 1,0 mm an brauchbar. Dabei muß auf die verhältnismäßig große Streuung, die bei der Prüfung mit der normalen Kugel bei Härten von mehr als 560 Brinelleinheiten eintritt, Rücksicht genommen werden. Die Härteprüfung mit der 10-mm-Kugel unter einer Prüflast von 3000 kg ist nicht anwendbar, da die Kugel sich durch die Einsatzschicht durchdrückt.

Die Prüfung mit dem Shore-Härteprüfer ist von 0,8 mm Gesamteinsatztiefe an durchführbar. Sie ist wegen der Ungleichmäßigkeit der Geräte und der notwendigen Probendicke von etwa 40 mm jedoch nur bedingt anwendbar.

Die Ritzhärteprüfung nach Martens ergibt von einer Gesamteinsatztiefe von 0,5 mm an vergleichbare Werte. Die Umständlichkeit der Prüfung beschränkt ihre Verwendung jedoch auf die Laboratorien.

Das Gleiche gilt für den Pendelhärteprüfer nach Herbert.

Als sehr brauchbar erwies sich der Rockwellprüfer. Die Streuung der mit dem Diamantkegel ermittelten Härtezahl war sehr gering, zudem ist die Durchführung der Prüfung einfach, schnell und sicher, so daß der Rockwellprüfer auch im Betriebe mit Erfolg verwendbar ist. Die Prüflast beim Rockwellprüfer beträgt 150 kg. Die Diamantspitze dringt nur 0,06 bis 0,08 mm in den Prüfkörper ein. Die Tiefe ist also so gering, daß dieses Verfahren unbedenklich bei eingesetzten Stücken angewandt werden kann. Die Streuung der Werte ist sehr gering und beträgt nicht mehr als etwa 3 vH. Die Anwendbarkeit der Rockwell-Härteprüfung von 1 mm Gesamteinsatztiefe an kann als ausreichend bezeichnet werden. Eine niedrigere Grenze anzugeben, scheint nicht ratsam, da erst bei rd. 1 mm Gesamteinsatztiefe mit Sicherheit auf das Vorhandensein einer genügend tiefen eutektoiden Randzone zu schließen ist.

Bei dem Bestreben nach Verbilligung der Herstellung sind heute nicht nur legierte, sondern auch viele einfache Kohlenstoffstähle im Gebrauch. Es ist daher vorgeschlagen worden, neben den Normen der Chrom-Nickel-Stähle auch solche der unlegierten zu schaffen. Man hat zunächst Stähle nach DIN 1661, und zwar St C 35.61, 45.61 für Vergütung und 10.61 als Einsatzstahl vorgesehen. Um auch höheren Ansprüchen zu genügen, wurden die Stähle mit einem höheren Reinheitsgrad als die Stähle nach DIN 1661 hergestellt.

In letzter Zeit ist vielfach dem Gebrauch unlegierter Mangan- und Mangan-Silizium-Stähle das Wort geredet worden. Dabei wurde darauf hingewiesen, daß Amerika in erster Linie solche unlegierte Stähle benutze. Zunächst ist dazu zu sagen, daß heute in Amerika außer Ford, alle Fabriken, in denen man Kraftwagen herstellt, wieder in weitem Maße Chrom-Nickel-Stähle verwenden. Die üblichen Festigkeitswerte sollten auch allein nicht maßgebend für die Beurteilung eines Stahles sein. Es gibt eine Anzahl Eigenschaften, die sich heute der genauen zahlenmäßigen Beurteilung noch entziehen, ich denke an den Widerstand gegen Abnutzung, die dynamischen Eigenschaften, z. B. Ermüdungsfestigkeit. Anzunehmen ist, daß solche Eigenschaften bei Chrom-Nickel-Stahl besser sind als bei unlegiertem Werkstoff. Jedenfalls werden wir heute beim Bau von hochwertigen Wagen ohne den Chrom-Nickel-Stahl nicht auskommen. Selbstverständlich wird man auch den unlegierten Stahl an weniger beanspruchten Stellen verwenden können, wenn er in erstklas-

[1]) Vorgetragen im Österr. V. d. I., Wien, 9. Mai 1927.
[1a]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1212.
[1b]) Ausführlicher Bericht über den Stand der Normung im In- und de: Eilender und Oertel R. D. A. Heft 10 vom 15. Dezember 1926
[2]) Vergl. Werkstoffausschußbericht V. d. Eisenhüttenleute Nr. 97.

Abb. 1
Härte einiger Baustähle in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur, Anlaßdauer 20 min
a Molybdänstahl *b* Nickelstahl *c* Chrom-Vanadinstahl *d* Molybdän-Vanadinstahl

Abb. 2
Gütewerte einiger Baustähle von 115 bis 125 kg/mm² Festigkeit
a Molybdänstahl
b Nickelstahl
c Chrom-Vanadinstahl
d Molybdän-Vanadiustahl

siger Güte geboten wird. Mit Rücksicht darauf ist eben vorgeschlagen worden, neben den Chrom-Nickel-Normenstählen auch einige unlegierte Stähle in die Normen mit aufzunehmen.

Die Amerikaner haben neuerdings auch einige Molybdän-Baustähle in ihre Normen mit aufgenommen. Gewiß sind die aus Amerika gemachten Mitteilungen über solche Baustähle z. T. als Anpreisung zu werten. Bei uns liegen bis heute über die Eigenschaften und die Bewährung von Molybdän-Baustählen so gut wie keine Betriebserfahrungen vor. Laboratoriumversuche haben gezeigt, daß solche Stähle bei hoher Festigkeit noch gut zäh sind. Sie härten jedoch bei größeren Querschnitten nicht mehr durch. Auch wissen wir über ihre Verschleißfestigkeit noch zu wenig. Nach den bisherigen Veröffentlichungen ist indessen nicht von der Hand zu weisen, daß sich auch durch Legierung mit Molybdän, vor allem zusammen mit geringen Zusätzen an Chrom und Nickel, gute Baustähle entwickeln lassen, die in der Herstellung vielleicht billiger sind als die entsprechenden Nickel- und Nickel-Chrom-Stähle. Ich hatte Gelegenheit, eine Anzahl von Molybdänstählen zu untersuchen und ihre Eigenschaften mit denen von Chrom-Nickel-Stählen in Vergleich zu setzen. Abb. 1 und 2 zeigen Ergebnisse dieser Untersuchungen. Bei einem Vergleich der Festigkeitseigenschaften verschiedener Baustähle schneiden die mit Molybdän legierten durchaus nicht schlecht ab. Solche Baustähle werden einmal Bedeutung gewinnen, man wird alle Erfahrungen hierüber sorgfältig beobachten, und es empfiehlt sich auch, einmal in praktische Versuche einzutreten.

Abb. 3
Häufigkeitskurven eines Mangan-Baustahles. Häufigkeiten der Festigkeitseigenschaften bei gleicher Wärmebehandlung eines Mangan-Baustahles, gemessen am Stab von 10 mm Dmr., $l = 10\,d$, Stab gedreht aus 25 mm achtkantig, Zerreißstab gehärtet

Bevor ich auf die Forschungsergebnisse auf de… biete des Werkzeugstahles zu sprechen komme, möc… noch kurz einige Worte über die zweckmäßige Ver… von Baustahl sagen. Abb. 3 zeigt die Häufigkeits… der Festigkeitseigenschaften eines Mangan-Baus… Die Streuung aller Werte ist verhältnismäßig re… ring. Trotzdem beträgt die Streuung für die Fe… 20 kg, für die Dehnung etwa 9 vH und für die Ein… rung etwa 15 vH, wenn man als Streuwerte alle… bezeichnet, die unterhalb einer Häufigkeit von 15 vH… Oft werden aber als Toleranzen nur 3 bis 5 … Festigkeit und 2 bis 3 vH Dehnung dem Erzeuger… schrieben. Ohne weiteres ist es nicht möglich, im … den Fabrikationsbetrieb auch bei sorgfältiger Ver… derartig geringe Toleranzen zu halten. Die Häufi… werte der spezifischen Schlagarbeit und der Einschn… des gleichen Mangan-Baustahles für versch… Lagen der Festigkeit zeigt Abb. 4. Die mittlere … bedeutet die größte Häufigkeit, die beiden äußeren… ven sind die Werte der Streuung bis zu 15 vH der … keit. Die Streuung der spezifischen Schlagarbeit … mit steigender Festigkeit ab. In ähnlicher Weise … auch die Werte der Einschnürung ein geringstes … Streuung bei einer Festigkeit von etwa 90 kg/mm² … also, daß ein Baustahl, entsprechend seiner chemisch… sammensetzung, auch zweckmäßig hoch vergütet … muß, damit die Streuung der Festigkeitswerte mö… gering ist. Es gibt keinen Stahl, den man auf be…

Abb. 4
Häufigkeit der Festigkeitseigenschaften eines Mangan-Baustahles. Abhängigkeit der Einschnürung und der spezifischen Schlagarbeit von der Festigkeit eines Mangan-Baustahles, vergütet bei 600 °, 1 h lang, Ölkühlung

Abb. 5
[...]tigkeitseigenschaften eines mit Wolfram legierten [...]derstahles (4 vH Wolfram). Zustand: gehärtet von [...]° in Wasser und ½ h auf Versuchstemperatur erhalten

Abb. 7
[...]igkeitseigenschaften eines vergüteten rostfreien Baustahles

[...]eit vergüten kann, man wird vielmehr, je nach der [...]nensetzung der Stähle, gewisse für Zähvergütung, [...]ür Hartvergütung verwenden.

[...]f dem Gebiete der Werkzeugstähle sind insbeson[...] [...]vei Gruppen von Stählen von Bedeutung, über die [...]nige bemerkenswerte Arbeiten durchgeführt wur[...] [...] Stähle für Warmarbeit (Gesenke und Matrizen[...] [...] und die Schnellarbeitstähle.

Abb. 6
Festigkeitseigenschaften eines Stahles mit 10 vH W. Zustand: gehärtet von 1200 ° in Öl und ½ h auf Versuchstemperatur erhalten

Zur Beurteilung und Auswahl von Stahl für Warmgesenke und Matrizen ist die Kenntnis der Art und Größe der Beanspruchung, der die Werkzeuge während des Arbeitens unterworfen sind, erstes Erfordernis.

Abb. 8
Einfluß der Anlaßtemperatur auf die Härte von gehärteten rostfreien Werkstoffen bei Raumtemperatur

Solche Beanspruchungen sind z. B. folgende: Örtlicher hoher Druck bei gleichzeitiger Erwärmung durch die Schmiedeteile, starke Beanspruchung der Oberfläche auf Abnutzung, dauernder Temperaturwechsel insbesondere der Kanten und Ecken, hervorgerufen durch die Hitze der Schmiedeteile, der gleichzeitig ein dauernd wechselndes Dehnen und Schrumpfen der am meisten beanspruchten Kanten und vorspringenden Teile bedingt. Damit sind die für einen Gesenkstahl erforderlichen Eigenschaften ohne weiteres gegeben. Neben hoher Festigkeit und Härte bis zu Temperaturen von 400 bis 500 °C und hohem Widerstand gegen Erweichen durch Anlassen muß der Stahl gute Verschleißfestigkeit haben. Er soll auch bei den kritischen Temperaturen der Blauwärme noch gut zäh sein und darf sich bei der Erhitzung auf Arbeitstemperaturen nicht wesentlich verziehen oder sein Volumen ändern, damit die Bildung von Oberflächenspannungen und die Entstehung von Haarrissen tunlichst verzögert wird. Gute Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes wird dabei nützlich sein, damit örtliche Wärmestauungen nicht auftreten.

In erhöhtem Maße haben die Werkzeuge der mechanischen und der Druckwasser-Pressen zur Herstellung von Preßgut aus Metall (Stangen, Formstäbe, Röhren usw.), der Erweichung und dem Verschleiß in der Wärme Widerstand zu leisten. Preßmatrizen, Preßscheiben und Preßdorne werden während des Preßvorganges nicht selten bis auf 600 ° und mehr erwärmt. Die Werkzeuge müssen selbst bei so hohen Temperaturen noch gute Festigkeitswerte haben. Da die Preßwerkzeuge nach dem Preßvorgang häufig zur schnellen Kühlung mit Wasser abgespritzt werden, darf der Stahl auch gegen schroffe Temperaturwechsel nicht empfindlich sein. Dorn und Preßmatrize sind daher die meist beanspruchten Werkzeuge. Der Auswahl des Werkstoffes und der Herstellung dieser Werkzeuge ist besondere Beachtung zu schenken. Die Erwärmung des Dornes während des Arbeitsvorganges kann bei unsachgemäßer Bedienung der Maschine so weit gehen, daß der Dorn beim Ausfahren durch Zugbeanspruchung gedehnt wird, sich einschnürt und schließlich zerreißt. Je höher der Dorn beim Preßvorgang erhitzt war, desto weniger Widerstand setzt er der Zugbeanspruchung entgegen.

Abb. 5 bis 7 zeigen die Änderung der Festigkeitseigenschaften eines schwach legierten Wolfram-Stahles, eines 10 vH-Wolfram-Stahles und eines nichtrostenden Chromstahles, also von Stählen, die für Warmmatrizen vielfach benutzt werden, bei verschieden hoher Erwärmung. Während der schwach legierte Wolfram-Stahl und der nichtrostende Stahl bei Temperaturen oberhalb 300 ° ihre Festigkeit schnell einbüßen, behält der Wolfram-Stahl seine guten Festigkeitswerte fast bis zu 600 °.

In dem Härteschaubild einiger nichtrostender Stähle bei Raumtemperatur, Abb. 8, ist bemerkenswert, daß alle Stähle bis zu einer Anlaßtemperatur von 550 ° eine gleichbleibende Festigkeit zeigen, dann aber plötzlich weich werden. Man wird daher Vergütungstemperaturen von mehr als 550 ° auf alle Fälle vermeiden müssen. Zu erwähnen bleibt, daß nichtrostender Stahl der Verzunderung bei hoher Temperatur recht guten Widerstand entgegensetzt. Ergebnisse von Verzunderungsversuchen mit mehreren Chromstählen sind in Abb. 9 bis 14, Textbl. 13, zusammengestellt. Die Stähle waren in Form von Blechen 48 h einer Temperatur von 900 ° ausgesetzt und hatten ungefähr die Zusammensetzung:

Blechtafel Nr.	Cr vH	C vH	Si vH
2	etwa 15	0,08	1,0
3	„	0,40	0,86
18	„	0,10	2,8
4	„	0,36	2,9
11	„	0,14	1,40 Mo
5	„	0,50	1,00 Mo

Der Widerstand gegen Verzunderung von nichtrostendem Chromstahl nimmt mit dem Kohlenstoffgehalt und dem Siliziumgehalt zu und auch hoch molybdänhaltige Stahlsorten widerstehen gut der Verzunderung.

Auch die Kennlinien bringen noch keine Klarheit über die Eignung eines Stahles zur Hers von Warmmatrizen und Warmpreßwerkzeugen. Vo ter Wichtigkeit wäre die Kenntnis des Widerstande Abnutzung bei hoher Temperatur (Arbeitstempe ferner des Widerstandes gegen Ermüdung und geg ziehen und Reißen bei häufigem Temperatur Über die letztgenannte Eigenschaft kann man si Hilfe der Vielhärtungsprüfung unterrichten. Unser einrichtungen gestatten aber eine zahlenmäßige lüc Erfassung der aufgezählten Eigenschaften bis heu nicht. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß der Wid eines Stahles gegen Ermüdung und Abnutzung wei von der Höhe seines Formänderungswiderstandes (grenze) und seiner Zähigkeit abhängig ist. Je höhe Werte liegen, desto weniger schnell ermüdet oder nu der Werkstoff ab. Das wird nicht nur für die spruchung bei Raumtemperaturen, sondern in Weise auch für Beanspruchungen in der Wärme Nach den mannigfachen Arbeiten des Schrifttums ü Eigenschaften von Stahl in der Wärme wird auch h legierten, besonders dem hoch mit Wolfram legierte der Vorzug gegeben werden müssen.

Es genügt jedoch nicht allein, daß man zur lung von Gesenken einen geeigneten Werkstoff ve Die Lebensdauer eines Gesenkes wird in gleicher auch von seiner Behandlung und Pflege bestimm senkstahl soll stets gut durchgeschmiedet und di struktur der Rohblöcke restlos durch das feine Gef geschmiedeten Stahles ersetzt sein. Der Stahl soll oxydiert und frei von groben Schlacken und Stellen sein. Schlackenhäutchen an den Korn lockern das Gefüge und begünstigen das vorzeitig reißen der Matrizen infolge schnell einsetzender Er des Werkstoffes. Alle Werkzeuge sollen nach de ten auf eine geeignete und erprobte Temperatur an werden. Von maßgebendem Einfluß sind dabei Fo Werkstoffeigenschaften der zu schmiedenden Stück

Beim Gebrauch erwärmen sich die Gesenke auf 400 bis 500 °; sie dürfen aus solchen T turen niemals schroff gekühlt werden, es is mehr von Vorteil und wird auch an einzelne len der Praxis durchgeführt, die Gesenke durch liche Erwärmung mittels Gasbrenner oder elek Heizung auf eine gleichmäßig hohe, der Stahlart senkes angepaßte Temperatur zu erhitzen. Man wil diese Maßnahme die Lebensdauer der Gesenke bis Dreifache erhöht haben. Ein mit 10 vH W legierter stahl z. B. könnte bei dieser Art der Verwendun Bedenken dauernd auf 500 ° erwärmt werden merklich an Festigkeit einzubüßen. Man ist bei urteilung von Warmarbeitstahl heute noch re die Erfahrung und die praktische Erprobun gewiesen. Fortschritte in der Herstellung und A geeigneter Gesenkstahlsorten können daher nur Zusammenarbeit von Erzeuger und Verbraucher un einen weitgehenden Erfahrungsaustausch erreicht Nur so wird es möglich sein, die bestehenden fahren für Stahl weiter auszubauen und für Gese nutzbar zu machen.

Auf dem Gebiete des Schnellarbeitstahles sind grundlegende neue Arbeiten über ihre geeignete behandlung und Verwendung durchgeführt word besondere der Ausschuß für Schneidversuche des stoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüt hat hier bahnbrechend gearbeitet[3]). Der Schnellarb gehört in die Klasse der sogenannten ledeburitischen Sein Gefüge besteht aus einer Grundmasse von einem Gemenge von Eisenkarbid und Eisen und ei zahl freier komplexer Karbide. Die Karbide sind schmiedeten Stahl in Form kugelförmiger Einschlü im gegossenen Stahl in einer dem Ledeburit des Ro ähnlichen eutektischen Anordnung vorhanden. Härten des Schnellarbeitstahles mit steigender Tem lösen sich zunächst die Eisenkarbide allmählich Grundmasse, bis beim Schmelzpunkt des Ledeburi die komplexen Karbide mit der Grundmasse sic

[3]) Vergl. Werkstoffausschußbericht Nr. 101 (1926).

Abb. 19
nelldrehstahl, Härtetemperatur und Drehdauer
(nach Rapatz)

; Gemisch schmilzt. Zur Erreichung guter Schnitt-
eit ist es notwendig, daß möglichst viel Karbid sich
Grundmasse löst. Dabei ist der Stahl bis kurz unter
hmelzpunkt des Eutektikums zu erhitzen. Das gilt
e Werkzeuge.

sorgfältiger Beobachtung der Härtetemperatur
möglich, auch feinzahnige Werkzeuge zu härten,
ß die Zähne teilweise abschmelzen; die Verwendung
lzbädern ist dabei dringend zu empfehlen. Genaue
is der Lösungstemperatur der Karbide ist erforder-
Sie liegt je nach der Höhe der Legierungsanteile
en 1325 ° und 1360 °.

n Einfluß der Härtetemperatur auf die Gefüge-
ung zeigen Abb. 15 bis 18, Textbl. 14. Nach einer
g bei 1230 ° sind Doppelkarbide noch vollkommen
t zu erkennen. Nach einer Härtung bei 1350 °
Gefüge deutlich polyedrisch geworden, die Karbide
in feiner Verteilung verstreut in der Grundmasse.
einzelten Stellen hat das Schmelzen schon begonnen.
efüge entspricht dem eines richtig gehärteten
stahl-Drehmeißels. Bei weiterer Steigerung der
mperatur auf 1375 ° sind bereits größere Teile
rbiden geschmolzen, und nach einer Härtung von
findet man den neugebildeten Ledeburit, die Guß-
r des Schnellstahles in einer schwarzen Masse von
Ein solcher Stahl ist überhitzt und spröde. Über
leutung der richtigen Härtetemperatur ist in letzter
Schrifttum mehrfach berichtet worden.

e Leistung eines Schnellarbeitstahles in Abhängig-
n seiner Härtetemperatur zeigt Abb. 19. Mit stei-
Härtetemperatur steigt auch die Leistung des
, und zwar bis zu einer Temperatur von 1300 °, die
nter der Schmelztemperatur des Eutektikums liegt.
cher Weise wie die Leistung wächst mit steigender
mperatur auch die mechanische Härte des Stahles,
). Die beiden Kurven der Brinell- und Rockwell-
erlaufen jedoch von Härtetemperaturen über 1000 °
eden. Die Kurve der Rockwellhärte steigt weiter an,
d die Kurve der Brinellhärte gleich hoch bleibt. Das
are Gleichbleiben der Härte nach Brinell bei Här-
er 1000 ° ist lediglich auf das Abplatten der Brinell-
ei der hohen Härte des Prüfstückes zurückzuführen.
inellhärtezahl fällt dementsprechend zu niedrig aus.
amantspitze des Rockwellprüfers dagegen hält jedem
ıck stand.

r Grund, warum eine hohe Härtetemperatur not-
ist, wurde in den letzten Jahren Gegenstand zahl-
Erörterungen; er liegt wohl darin, daß bei höheren
aturen gehärtete Stähle größere Anlaßbeständigkeit
sen. Die den Schnellstahl vor dem Kohlenstoff-
uszeichnende Eigenschaft ist vor allem seine
eständigkeit. Gehärteter Kohlenstoffstahl ver-
i 350 ° Anlaßtemperatur seine Härte, während ge-
härteter Schnellstahl bis 600 ° hart bleibt. Je größer seine Anlaßbeständigkeit, desto mehr wird der Stahl im allgemeinen leisten. Ein zu niedrig gehärteter hochlegierter Schnellarbeitstahl leistet noch weniger als ein richtig gehärteter, aber weniger hoch legierter Schnellarbeitstahl. Die Leistung eines Schnellarbeitstahles kann durch Anlassen des gehärteten Stahles auf 550 bis 625 ° noch gesteigert werden. Dabei wird durch Umwandlung des Polyedergefüges in Martensit der Stahl einmal härter, zugleich aber auch noch zäher. Die Verbesserung durch Anlassen kann aber nur mit Stählen erreicht werden, die bei genügend hoher Temperatur gehärtet wurden. Bei zu niedrig gehärteten Stählen versagt das Verfahren. Die zweckmäßige Anlaßtemperatur verschiebt sich mit der Menge der Legierungseinheiten im Stahl. Mit steigendem Gehalt an Sonderbestandteilen wächst auch die zweckmäßige Anlaßtemperatur.

Eine hervorragende Eigenschaft des Schnellarbeitstahles ist sein hoher Widerstand gegen Abnutzung (Verschleißfestigkeit), der aus dem günstigen Zusammenwirken der den Schnellarbeitstahl kennzeichnenden Gefügebestandteile herrührt. Ähnlich wie bei einem Lagermetall sind bei Schnellarbeitstahl sehr harte Gefügebestandteile (Karbide) in einer weicheren, zähen Grundmasse eingebettet. Je zahlreicher und härter die Karbide und je zäher bei guter Härte die Grundmasse, desto verschleißfester und schneidhaltiger wird auch der Schnellarbeitstahl sein, vorausgesetzt, daß seine Beständigkeit der Wärme (bei Arbeitstemperaturen) genügt.

Bei Werkzeugen, wie Fräsern und Bohrern, die unter Verwendung reichlicher Kühlung arbeiten, tritt die Bedeutung der Anlaßbeständigkeit gegen die der Verschleißfestigkeit zurück. Hier wird in erster Linie die Verschleißfestigkeit des Stahles zur Beurteilung seiner Schneidhaltigkeit herangezogen werden müssen. Aus den Werten der Zähigkeit und der Härte eines Werkstoffes läßt sich auch ein Schluß auf seine Verschleißfestigkeit ziehen. Von diesen Überlegungen ausgehend, sind im folgenden die Biegefestigkeit, die nach Stribeck ein guter Maßstab für die Zähigkeit des Werkstoffes ist, die Härte und die Schneidhaltigkeit einer Anzahl mit Kobalt legierter Schnellarbeitstähle verglichen. Die fünf untersuchten Stahlsorten enthalten etwa 18vH W, 4 vH Cr und im Mittel 1,5 vH V. Der Kobaltgehalt wurde von 0,0 bis 10 vH jeweils um etwa 2 vH gesteigert. Drei Sorten wurden ohne Vanadium mit steigendem Kobaltgehalt hergestellt.

Zur Feststellung des Härtebereiches und der besten Härtetemperaturen wurden Proben der einzelnen Stähle zwischen 800 und 1400 °, steigend um je 50 bis 100 °, aus einem Salzbadofen in Öl gehärtet. Bemerkenswert war hierbei das Ergebnis, daß Stähle mit hohem Kobaltgehalt erst bei höheren Temperaturen zu schmelzen begannen

Abb. 20
Brinell- und Rockwell-Härte mit steigender Härtetemperatur

Abb. 22
Mittlere Schnittleistungen einer Reihe kobalthaltiger Schnellarbeitstähle

als solche mit weniger Kobalt. Abb. 21, Textbl. 14, zeigt drei solche Proben, von denen *a* kein Kobalt, *b* 5,5 vH und die Probe *c* 9,1 vH Co enthält. Während die Probe *a* nach einer Härtung bei 1340 ° in Öl schon stark abgeschmolzen ist, ist die Probe *b* nur wenig, die Probe *c* noch gar nicht angegriffen. Eine Bestätigung dieses Ergebnisses brachte die Bestimmung der Lösungstemperatur der Karbide durch Feststellung der Umwandlungen aus dem Schmelzfluß. Mit steigendem Kobaltgehalt erhöhen sich die Schmelztemperaturen der Karbide nicht unwesentlich. Der Schmelzpunkt der Karbide eines 9 bis 10 vH Co enthaltenden Stahles liegt sehr hoch, bei 1360 °.

Die durch den Kobaltzusatz erreichte Steigerung der Schnittleistung ist wesentlich; sie betrug z. B. 175 vH für den Stahl mit 1,5 vH V und 9,1 vH Co, gegenüber dem gleichen, aber kobaltfreien Stahl. Der starke Einfluß der Härtetemperatur zeigt sich bei allen Stählen, Abb. 22, am deutlichsten bei den hoch kobalthaltigen.

In der Darstellung tritt ferner der Einfluß des Vanadiums deutlich in Erscheinung. Beim Fortlassen des Vanadiums fällt die Schnittleistung stark, sie steigt aber auch bei vanadiumfreien Stählen mit wachsendem Kobaltgehalt. Eine Sonderstellung nimmt der Stahl mit 2,9 vH Co und 1,9 vH V ein. Infolge seines hohen Vanadiumgehaltes ist die Schnittleistung hier wesentlich verbessert; sie erreicht den Wert eines Stahles mit 1,7 vH V und 5,5 vH Co. Die Mehrleistung des 1,9 vH V enthaltenden Stahles durch Härtung bei erhöhter Temperatur ist wesentlich, d. h. daß auch durch Vanadium in schwach kobalthaltigen Stählen der Schmelzpunkt des Eutektikums wesentlich erhöht wird, so daß die Rotwarmhärte eines solchen Stahles erst nach Härtung bei sehr hohen Temperaturen voll wirksam wird.

Um den Einfluß der Härtetemperatur und Anlaßtemperatur auf die Zähigkeit des Stahles zu kennzeichnen. wurden Biegeproben bei Temperaturen von 900 bis 1300 ° gehärtet, ferner bei 1325 ° gehärtete Proben bei Temperaturen zwischen 200 und 700 ° 30 min angelassen. Die Härtung erfolgte wie bei den Drehmeißeln aus einem Salzbadofen. Neben der Biegefestigkeit wurde überall die Härte nach Rockwell gemessen. Schließlich wurde versucht, eine Abhängigkeit der Biegefestigkeit von der chemischen Zusammensetzung, insbesondere von der Höhe des Kobaltgehaltes zu finden. Es wurde geprüft:

1. Die Biegefestigkeit als Maß der Zähigkeit nach der Formel $\sigma = \frac{P\,l}{4\,W}$, wobei P die Belastung, l die Stablänge und W das Widerstandsmoment $= \frac{\pi\,d^3}{32} = 98{,}17$ cm³ bedeutet.
2. Die Elastizitätsgrenze der Biegefestigkeit als Maß für den Formänderungswiderstand. Als Elastizitätsgrenze der Biegefestigkeit wurde eine bleibende Durchbiegung des Stabes von 0,01 mm angenommen.
3. Die Gesamtdurchbiegung beim Bruch der Probe.
4. Die Härte nach Rockwell-*C*.

Recht bemerkenswert sind insbesondere die nisse der gehärteten und bei steigender Tempera gelassenen Biegeproben, Abb. 23. Die Leistung von zeugen aus Schnellarbeitstahl verringert sich, we Werkzeuge auf 200 bis 400 ° angelassen werd kann jedoch wesentlich verbessert werden, wenn laßtemperatur auf 500 bis 600 ° erhöht wird. Der der Biegefestigkeit bietet zu diesem Ergebnis eine P Die Werte der Biegefestigkeit, die nach einer Härt 1325 ° und darauffolgendem Anlassen auf 200 ° noc niedrig sind, steigen nach Anlassen auf 300 ° ver infolge eines Ausgleiches von Spannungen, sinken d

Abb. 23
Biegefestigkeit und Härte gehärteter Schnellarb stähle in Abhängigkeit von der Anlaßtemperat Härtetemperatur 1325°

W. Oertel: Neue Ergebnisse der Edelstahlforschung

Abb. 9
sammensetzung: 0,08 vH C, 1,0 vH Si, 15 vH Cr

Abb. 10
Zusammensetzung: 0,4 C, 0,86 Si, 15 vH Cr

Abb. 11
usammensetzung: 0,1 vH C, 2,8 vH Si, 15 vH Cr

Abb. 12
Zusammensetzung: 0,36 vH C, 2,9 vH Si, 15 vH Cr

Abb. 13
sammensetzung: 0,14 vH C, 1,4 vH Mo, 15 vH Cr

Abb. 14
Zusammensetzung: 0,5 vH C, 1 vH Mo, 15 vH Cr

Abb. 9 bis 14
Verzunderungsversuche mit verschiedenen Chromstählen

W. Oertel: Neue Ergebnisse der Edelstahlforschung

Abb. 15 bis 18
Einfluß der Härtetemperatur auf die Gefügeumbildung im Schnellarbeitstahl

Abb. 15
Nach Härtung bei 1230 ° Doppelkarbide noch vollkommen ungelöst

Abb. 16
Nach Härtung bei 1350 ° Karbide in feiner Verteilung verstreut in der Grundmasse

Abb. 17
Nach Härtung bei 1375 ° Teile der Karbide geschmolzen

Abb. 18
Nach Härtung bei 1400 ° Ledeburitbildung, Gußstruktur des Schnellstahles in einer schwar[...] Masse von Sorbit

Abb. 21
Schnellarbeitstähle, gehärtet bei 1340 °

en auf 400 ° deutlich und steigen endlich mit weiterer ung der Anlaßtemperatur auf 600 ° sehr stark an. ahl zeigt also bei Temperaturen von 600 bis 625 ° Höchstwert der Zähigkeit. Da bei diesen Anlaß-aturen durch Bildung von sekundärem Martensit eitig die Härte und die Biege-Elastizitätsgrenze werte erreichen, hat der Werkstoff nach dem An-auf 600 bis 625 ° den größten Widerstand gegen ung.

st alle Linien zeigen bei 300, 400 und 600 ° aus-e Wendepunkte. Am wenigsten deutlich sind die punkte bei den Linien der Biege-Elastizitätsgrenze, sgeprägte Wendepunkte nur bei 625 ° zeigen. Gut rägt sind die Wendepunkte bei den Linien der Biege-eit, der bleibenden Durchbiegung und der Härte. Die der bleibenden Durchbiegung laufen etwa parallel nen der Biegefestigkeit. Einer Verbesserung der biegung bei einer Anlaßtemperatur von 300 ° folgt ringe Verschlechterung bei 400 °, danach ein stetiges gen mit einer Verzögerung bei etwa 600 °. Die nimmt mit steigender Anlaßtemperatur den aus dem tum bekannten Verlauf. Sie fällt zunächst bis zu 300 bis 400 °, steigt dann stetig bis zu einem Höchstwert bei 600 ° und fällt endlich bei weiterer Steigerung der Anlaßtemperatur infolge Weichwerdens des Stahles.

Weitere Versuche sind notwendig, um die Beziehungen zwischen Schnitthaltigkeit, chemischer Zusammensetzung und Biegefestigkeit eindeutig festzulegen. Die vorliegenden Versuche haben jedoch gezeigt, daß solche Beziehungen bestehen, und daß die Biegefestigkeit geeignet ist, einen wichtigen Beitrag zur Klärung der Frage nach dem Wesen der Schnellarbeitstähle zu geben.

Nicht abzuleugnen ist, daß die Ansprüche, die heute der Verbraucher an seinen Stahl stellt, ständig größer werden. Für den Metallurgen ist es oft recht schwer, mit den gesteigerten Ansprüchen der Verbraucher Schritt zu halten. Aber auch die Kenntnis von dem Wesen des Stahles wird sich dank der emsigen Forschungsarbeiten, die auf allen Erzeugerwerken durchgeführt werden, immer mehr vertiefen, und weitere Verbesserungen werden möglich sein. Die Forschungsarbeiten der Stahlerzeuger werden um so fruchtbarer sein, je weitgehender sie von den Verbrauchern durch Erfahrungsaustausch und verständnisvolle Mitarbeit gefördert werden. [B 517]

Die Bruchproben des Stahlwerkers

r Stahlwerker pflegt den Schmelzverlauf mit allen rscheinungen stets scharf zu beobachten, weil er über sammensetzung sich ständig ändernder Schmelzbäder ast schnell unterrichtet sein muß. So zieht der er-e Praktiker und der alte Meister aus unscheinbaren m Neulinge nicht ohne weiteres als wichtig erschei-Merkmalen Schlüsse auf metallurgische Vorgänge rmag dann Schmelzungen in ganz bestimmten Ana-renzen zu halten. Im Thomas-Werk ist die Bruch-auf Phosphor und im Siemens-Martin-Werk die auf nstoff die am meisten verbreitete Prüfart. F. J a n -hat nun untersucht, wie weit die aus dem Aussehen uches gefolgerten Ergebnisse begründet sind.

schmiedeiserner Löffel mit einem Fassungsraum ige Kilogramm Stahl wird durch Eintauchen in e mit einer Schlackenhaut überzogen, damit der flüs-ahl nachher nicht an ihm anschweißt. Die Farbe des und die Schnelligkeit des Erstarrens und des Aus-aus dem Probelöffel dienen zur Bestimmung der Tem-des Stahles und können nach längerer Übung durch ch mit schon gesehenen Schmelzungen zum Schätzen ltemperatur benutzt werden. Zwar beruht auf dieser Schätzungsart sicher manch falsche Schmelzführung, ird sie, bei den Schwierigkeiten pyrometrischer Mes-im Betriebe bis jetzt beim Schmelzen fast allein an-et.

T h o m a s - W e r k schöpft man für die Phosphor-aus der umgelegten Birne den Stahl meist in leine runde, zweiteilige Kokille. Sie wird beim durch eine Zange zusammengehalten und gibt beim ler Zange die Probe frei. Die Probe wird unter dem ammer zu einer etwa 15 mm dicken Scheibe ausge-et, dann, damit die Bruchprobe bald ausgeführt kann, in Wasser abgelöscht, und nach dem Erkalten rbt und mit dem Hammer gebrochen.

sphor vergrößert das Korn so stark, daß man die erschiedene P-Gehalte verursachten Unterschiede in ngröße zum Abschätzen der P-Menge benutzen kann. sche Bruch läßt besser, als das durch Lichtbilder ebbar ist, kennzeichnende Verschiedenheiten hervor-und zeigt bei verschiedenen Proben einer Charge len vom P-Gehalt abhängigen Abweichungen der ße noch deutliche Unterschiede in der Färbung. Bei P und mehr zeigen die Spaltflächen der Körner hl schimmernde Stellen. Proben mit geringerem haben über die ganze Bruchfläche hin gleich-rundes, hellglänzendes Korn. Je mehr der Phos-alt über 0,1 vH steigt, wachsen die fahlschimmern-en zu immer größeren, länglich geordneten Kristall-Schliffbilder solcher Betriebsproben zeigen die mige Anordnung der phosphorhaltigen Bestandteile, mit steigendem Phosphorgehalte zu immer dickeren in der Probe zusammenballen.

sen erschmolz in einem Lichtbogenofen zum Ver-it den Betriebsproben drei Proben mit verschiedenem P-Gehalt und fand nach gleicher Behandlung bei ihnen die gleichen Erscheinungen wie bei den Proben aus der Thomasbirne, nur hatten seine drei Proben im allgemeinen feineres Korn und zeigten ihre Schliffbilder nicht so breite Zeilen. Er konnte in Brüchen mit P-Gehalt zwischen 0,094 und 0,272 vH sehr deutliche Unterschiede feststellen. In dem Abschnitt von 0,1 bis 0,2 vH P geht das kleine gleichmäßige Korn zu grobstahligem, roheisenartigem Bruch über und wachsen die Körner so stark, daß ein geübtes Auge zu einer bestimmten Korngröße den zugehörigen Phosphorgehalt abschätzen kann. Proben mit weniger als 0,1 vH P und mehr als 0,2 vH P geben durch ihr Aussehen keine genauen Anhaltpunkte für das Schätzen.

Im S i e m e n s - M a r t i n - W e r k ist der Phosphorgehalt von geringerer Bedeutung als im Thomas-Werk, dagegen ist es wichtig, Schmelzungen mit engen Grenzen für den Kohlenstoffgehalt abzustechen, z. B. solche, bei denen die Grenzen des fertigen Stahles nur um 0,05 vH Kohlenstoff voneinander entfernt sind. Die Bruchproben gestatten schnelles Erkennen des C-Gehaltes. Von der Probe wird zuerst ein kleines Stück für Analysenspäne abgeschlagen. Das Hauptstück wird zu einer Stange von etwa 20 bis 25 mm Vierkant und 150 bis 200 mm Länge ausgeschmiedet, dann in der Schmiedehitze von etwa 800 °C in kaltem Wasser abgelöscht und im Bruchstock mit einem Zuschlaghammer zerschlagen.

Der Bruch sieht je nach der Art des Zerbrechens verschieden aus. Beim Drücken ergeben sich fast gerade Bruchflächen, dagegen entstehen beim Durchschlagen von Stangen, die außen einen Härtekranz und innen einen weicheren Kern haben, häufig an der dem Schlag entgegengesetzten Seite Zacken und Vertiefungen. So verhalten sich Proben mit 0,6 bis 0,9 vH C. Je geringer der C-Gehalt ist, desto schwieriger lassen sich die Härteproben zerschlagen. Unter 0,4 vH C bricht die Probe meistens nicht mehr auf einen Schlag. Bei weniger als 0,3 vH C biegen sich die Proben vor dem Abbrechen durch und unterhalb 0,25 vH C sind sie ohne vorheriges Einkerben nicht mehr durchzuschlagen. Es entsteht ein stark sehniger Bruch fast ohne Kornausbildung. Sinkt der C-Gehalt unter 0,1 vH, so lassen sich die Proben um 180 ° umbiegen ohne zu brechen, steigt er, so wird der körnige Anteil der Probe ständig größer. Die Haut umschließt dagegen als immer schmaler werdender heller Grat das grobkörnige, stark ausgerissene Innere. Bei 0,45 bis 0,5 vH C ist der helle Grat verschwunden, die Probe ist über die ganze Bruchfläche hin grobkörnig, aber zackig ausgerissen. Der Bruchverlauf ist an den Zacken deutlich erkennbar.

Die ersten Anzeichen einer Härtung zeigen sich am Rande der Probe bei 0,5 bis 0,55 vH C, bei noch höherem C-Gehalt entsteht ein Härtekranz, der bis etwa 0,95 vH C immer breiter wird. Gleichzeitig bricht der weichere Kern immer weniger grob aus. Über 0,95 vH C sind so genaue Anhaltspunkte zum Schätzen des C-Gehaltes nicht mehr vorhanden. Jansen erörtert dann an Hand einer großen Reihe von Lichtbildern das Aussehen der Härtebrüche von Siemens-Martin-Stahlproben mit verschiedenen C-Gehalten. Alle Erkennungsmerkmale ändern sich mit geringerem oder größerem Probenquerschnitt wegen der Art der eintretenden Durchhärtung. Für C-Gehalte unter 0,5 vH genügen

---

ktorarbeit, Berg-Akademie Freiberg i. S. 1927, s. a. Arch. Eisen-Bd. 1 (1927) S. 147.

Proben von etwa 15 mm Dicke, während bei über 0,5 vH C die Unterschiede verwischt sind.

Zur Begründung des Zusammenhanges von Bruchaussehen und Kohlenstoffgehalt hat Jansen die Bruchflächen geschliffen, mit Pikrinsäure geätzt und den Rohbruch mit dem Schliffbilde verglichen. Aus der umfangreichen Erörterung sei hier nur angeführt, daß bei weniger als 0,5 vH C die ganze Fläche troostitisch und je nach dem C-Gehalt mehr oder minder mit Ferrit durchsetzt ist, dessen Anteil mit Abnehmen des Kohlenstoffes zunimmt.

Bei sonst gleichen Bedingungen bestimmt der Kohlenstoff die Gratbildung bei Proben mit weniger als 0,5 vH C und bei höheren C-Gehalten auch die Menge und das Aussehen des Innenkernes. Diese Einflüsse werden an der Bruchfläche erkannt und dienen zum Abschätzen der Kohlenstoffmenge. Das Aussehen des Bruches kann beeinflußt werden durch verschiedene Temperaturen beim Schmieden und Härten und durch vorheriges Abkühlen der Proben unter den Umwandlungspunkt, ferner durch den Grad der Verschmiedung und durch die Dicke der Probe. Jansen fand, daß ein bei höherer Temperatur abgeschrecktes Probestück in seinem C-Gehalt höher geschätzt wird als ein andres bei niedrigerer Temperatur abgeschrecktes Stück derselben Probe. Bei weniger als 0,5 vH C verringert erhöhte Härtetemperatur die Neigung zur Gratbildung. Das Bruchgefüge wird um so gröber, je höher abgeschreckt wird, und um so weniger Ferrit scheidet sich in der Probe aus. Proben unter 1 vH C, die am häufigsten vorkommen, erscheinen um so härter, je höher die Abschrecktemperatur liegt. Für sichere Abschätzungsmöglichkeit muß man also die Härtetemperatur möglichst gleich halten.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Schmiedetemperatur auf das Bruchgefüge fand Jansen, daß er zwar nicht so deutlich wie der der Härtetemperatur ist. Er stellte aber fest, daß bei höherer Temperatur geschmiedete Proben etwas härter aussehen als bei niedrigerer Temperatur geschmiedete. Je niedriger beim Schmieden die Endtemperatur liegt, desto feiner wird das Korn und desto sehniger der Werkstoff. Am besten kann man den Kohlenstoff an sofort geschmiedeten und in der Schmiedehitze gehärteten Proben schätzen.

Außer der Vorbehandlung beeinflussen neben dem Kohlenstoff noch die übrigen Begleiter des Eisens das Aussehen des Bruches. Die Erhöhung der härtenden Wirkung von Silizium macht sich freilich bei Siemens-Martin-Proben wegen des Fehlens von Silizium nicht geltend. Dagegen hat der Mangan-Gehalt bedeutenden Einfluß. Wie Jansen zeigt, sieht bei zwei Proben mit verschiedenen Manganmengen die Probe mit mehr Mangan wegen ihres größeren Härterandes kohlenstoffreicher aus. Proben mit C-Gehalten unter 0,5 vH und mit höheren Mn-Gehalten brechen glatter und haben einen schwächeren Bruch als entsprechende mit weniger Mangan. Zur Beurteilung von Bruchproben muß man also den Mn-Gehalt annähernd kennen.

Fertigproben aus der Bessemer-Birne lassen sich wegen ihres hohen Gehaltes an Mn und Si viel schlechter als die bisher besprochenen schätzen. Wegen der hier obwaltenden Verhältnisse sei auf Jansens Erörterungen verwiesen.

Basischer Siemens-Martin-Stahl mit niedrigerem Mn-Gehalt als 0,27 bis 0,3 vH und saurer mit weniger als 0,15 bis 0,2 vH Mn sind schlecht schmiedbar. Zur Prüfung der Schmiedbarkeit dient die Rotbruchprobe. Die Rotbrüchigkeit wird auf Schwefel und Sauerstoff zurückgeführt. Ist der Einsatz nicht allzu schlecht, so wird Schwefel nur sehr selten die Ursache des Rotbruches einer Schmelzung sein. Welcher Überschuß an Sauerstoff schlechte Warmbildsamkeit bewirkt, wird von einer Reihe von Forschern widersprechend beurteilt.

A. Ledebur hält einen Gehalt von 0,1 vH O_2 für schädlich. Nach P. Oberhoffer und K. d'Huart und auch W. Austin läßt sich dagegen Eisen mit 0,14 vH und 0,24 vH Sauerstoff noch gut walzen und schmieden. Anderseits fand H. Monden bei weichen Siemens-Martin-Schmelzen mit weniger als 0,08 vH Sauerstoff schon Rotbruch und schlechte Walzbarkeit und A. Wimmer stellte an Lochbiegeproben mit 0,13 vH Sauerstoff bei einer Biegetemperatur von 950 °C Rotbrüchigkeit fest. Hier bestehen also starke Widersprüche, und es scheint nicht richtig zu sein, wenn man im Sauerstoff schlechthin die Ursache für Rotbruch sieht. Wahrscheinlich hat auch Mangan Einfluß auf die Warmbildsamkeit.

Jansen bestimmte daher in Rotbruchproben Mangan und Sauerstoff und verglich die Analysenergebnisse mit dem Befunde der technologischen Probe. Eine bestimmte Grenze, oberhalb oder unterhalb deren Rotbrüchigkeit eintritt, konnte er weder für Sauerstoff allein noch für Mangan ermitteln. Er kommt zu dem Schlusse: „die Rotbrüchigkeit jedoch von beiden Elementen gleichzeitig beeinflußt und dann auftreten, wenn das im Bad vorhandene nicht mehr ausreicht, den Sauerstoff als Manganox genügender Menge zu binden." Je größer die Meng schüssigen Sauerstoffes ist, desto stärker ist der R und um so gröberes Korn wird unter dem Mikrosk achtet. Jansen untersuchte dann den Einfluß der T tur auf die Rotbrüchigkeit zwischen 700 ° und Er fand genau umgekehrt wie Monden deutliches Na der Rotbrüchigkeit mit sinkender Temperatur 1025 °C den stärksten Rotbruch. [N 896]

Berlin Dr.-Ing. Martin W. Neu

Hochofenstückschlacke als Gleisbettung

H. Burchartz und G. Saenger[1]) berichtet lich über Versuche, die im Jahre 1917 im Auftrage de ren Ministeriums der öffentlichen Arbeiten auf A des von ihm seiner Zeit gebildeten „Ausschusses zu suchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke tonzwecken" im Staatlichen Materialprüfungsamt, Dahlem, durchgeführt worden sind. Neun verschieden ofenstückschlacken und acht natürliche Bruchsteine, u vier Basalte, ein Granit, ein Grauwacke, ein Melaph ein Sandstein von Piersberg wurden im wesentlichen Jahren 1917 bis 1920 auf folgende Eigenschaften 1. Chemische Zusammensetzung der Schlacken; 2. G und Dichtigkeits-Verhältnisse der Schlacken (Raum spezifisches Gewicht, Dichtigkeitsgrad); 3. Wassera und -abgabe von Schotter; 4. Frostbeständigkeit; 5. Ch Einwirkung der Schlacken- und Bruchsteinschotter a und Holz; 6. Widerstand der Schotterarten gegen Zer rung nach dem Verfahren von Rudeloff; 7. Kantenf und Stoßfestigkeit; 8. Wasseraufnahme; 9. Raumgew Schotterarten; 10. Chemische Einwirkung von dich poröser Schlacke auf Eisen und Holz im Vergleich m Ein Teil der Schlacken war unmittelbar von den Hü ken geliefert, ein anderer nach mehrjährigem Gebr Gleisschotter den Versuchstrecken entnommen word

Das Raumgewicht der Schlacken schwankt zwis und 2,95, bei allen ist das spezifische Gewicht rd. Schlackenschotter wurde das Raumgewicht im zu 1240 bis 1450 kg/m³, für Bruchsteinscho 1390 bis 1520 kg/m³, gefunden. Die Wasseraufnahme der Schlacken schwankt im Mittel zwischen 1,1 un und bei Bruchsteinen zwischen 0,4 und 1,3 vH. Sc schotter nimmt Wasser zwischen 0,52 vH und 1,41 Bruchsteinschotter zwischen 0,38 und 1,18 vH u 1,82 vH. Nasser Bruchsteinschotter trocknet an der längstens vier Tagen, nasser Schlackenschotter bra ben Tage und für nassen Kies sind zwölf Tage no Die Frostbeständigkeit wurde durch abwechselndes ges Gefrieren bei —15 °C und durch Auftauen in von Zimmertemperatur ermittelt. Hierbei erlitten d ter keine Gewichtsverluste und blieben auch sons ändert.

Die Versuche über die chemische Einwirkung d terarten auf Eisen und Holz ergaben nach siebenein nach fünf Jahren folgendes: Hochofenschlacken beg in den ersten Jahren das Rosten des Eisens, allmäh liert sich ihr Einfluß, wird unwirksam, und nach fün ist der Rostansatz bei dem in Schotter aus Bruchstein in Stückschlacke gebetteten Eisen gleich. Im Freien tes Holz wird durch Hochofenschlacke nicht stä gegriffen als durch Bruchsteinschotter. Schotter au und sogar solcher aus poriger Schlacke wirken wen störend als Kies auf Eisen ein. Holz leidet meh porige Schlacke und durch Kies als durch dichte S

Von vier Hochofenschlacken wurde die Wi fähigkeit gegen Zertrümmern nach dem Verfah Rudeloff mit Basalt- und Granit-Schotter verglich bei zeigte sich: Alle Schlacken verhielten sich geg weise Beanspruchung schlechter als Basalt, jedoc als Granit. Stetig gesteigertem Drucke widerstand a Basalt, und zwei von den vier Schlacken verhiel besser als Granit. Die Prüfung auf Kanten- und Stoßf von Hochofenschlacken und von natürlichen Gestein Kollern in der Trommel zeitigte folgendes Ergebni Schlacke verhielt sich genau wie Melaphyr und Bas lerer Festigkeit. Alle Hochofenschlacken waren de und drei Schlacken waren der Grauwacke überleg ihr gleichwertig. [N 901] M.

[1]) Arch. Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 177.

Innere Spannungen in Metallen

Von G. Sachs, Berlin-Dahlem

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung

reißen von kaltverformtem Messing bei Temperaturänderungen und chemischem Angriff — Nachweis der Aufreißgefahr durch Quecksilberprüfung — Wirkung von Glühen und Richten — Messung innerer Spannungen — Versuche an Rohren und Stangen Aufreißgefahr und Größe der Spannungen — Herabsetzung der Elastizitäts- und Streckgrenze durch kleine Verformungen uschingereffekt) — Unterschiede zwischen Zug- und Druckkurve bei gezogenem Werkstoff — Versuche an Duralumin — Vor-lung eines Verbundkörpers — Bauschingereffekt bei Kristallen — Abhängigkeit der Elastizitätskonstanten von der Behandlung — Verschiedene Arten innerer Spannungen — Rekristallisation und Verfestigung

Verhalten von Metallen bei der Formgebung, Prü-ung und im Gebrauch ist von einer so großen Zahl von Faktoren abhängig, daß es bisher nur vollkommen gelungen ist, eine Ordnung in die altigkeit der Vorgänge hineinzubringen[1]). Unter hältnismäßig durchsichtigen Erscheinungen von echnischer Bedeutung lassen sich einige aus der er weniger klar vorstellbaren Wirkung von inne-nnungen ableiten. Innere Spannungen bleiben näm-inem Körper stets zurück, wenn er in seinen ein-Teilen verschieden große Formänderungen erleidet. ngleichmäßigen Verformungen können beim Er-und anderen schroffen Temperaturänderungen, bei lungsvorgängen und beim Verarbeiten und Prüfen kstoffe eintreten.

r diesen sind besonders zwei Erscheinungen zum iner Anzahl eingehender Untersuchungen gemacht Das nachträgliche Aufreißen von kaltverformten inden aus Kupferlegierungen und die eigenartigen bungen der Elastizitäts- und Streckgrenze nach formungen. Das Aufreißen richtet noch heute viel an, so daß die großen Werke besondere Vorkeh-zu seiner Verhütung treffen müssen. Und die m Namen Bauschingereffekt bekannte Unsymmetrie stizitäts- und Streckgrenze beeinträchtigt stark die he Verwendung dieser Kennziffern und ist viel-esentlich mit schuld an der allgemeinen Verwir-er ihre tatsächliche Bedeutung.

olgenden werde ich diese beiden Erscheinungen zu-fassend beschreiben und einige neue Versuche zu lärung mitteilen.

Reckspannungen[2])

Rißbildung und das plötzliche Aufreißen (season-) von Messing und andern Kupferlegierungen ist annte Erscheinung. Stangen, Rohre und gezogene nde (z. B. Patronenhülsen) neigen besonders Bisweilen reißen Stangen schon unmittelbar nach tellung oder beim Versand. Häufig tritt aber auch den erst nach jahrelangem Lagern oder im Ge-in. Auch bei andern Metallen, wie Stahl und m, treten ähnliche Fehler auf, wenn auch weit als bei Messing.

n durch die ersten planmäßigen Untersuchungen Ursache der Aufreißgefahr[3]) wurde festgestellt,

Abb. 2
Rohrabschnitt von Messing, in Quecksilbersalz-Lösung aufgerissen

Abb. 3
Stangenabschnitt von Messing, in Quecksilbersalz-Lösung aufgerissen

daß der schadhafte Werkstoff stets kaltverformt und nicht nachträglich geglüht war, und daß geringfügige Anlässe den Bruchvorgang auslösen.

Der Anlaß kann durch Erschütterungen oder kleine mechanische Verletzungen, wie z. B. beim Abdrehen, gegeben sein. Auch plötzliche örtliche Temperaturänderungen können bei einem Gegenstand, der zum Aufreißen neigt, den Schaden hervorrufen. So zeigt Abb. 1 ein Dreikantrohr aus Messing, das beim Eingießen von Zink aufplatzte.

In der Mehrzahl der bekanntgewordenen Fälle ist der Bruch jedoch durch einen chemischen Angriff ausgelöst worden. Das Aufreißen beim Lagern wird auf Oxydation, Witterungseinflüsse oder Gasangriff zurückgeführt. Besonders wirksam sind flüssige Metalle[4]), und bei Messing Ammoniak[5]) und Quecksilbersalz-Lösungen[6]).

Zum Nachweis der Aufreißneigung bei Messing taucht man den betreffenden Gegenstand heute in Quecksilber oder verdünnte Quecksilbersalz-Lösungen ein. Der Gegenstand reißt dann, Abb. 2 und 3, nach einiger Zeit auf. Abb. 2 zeigt einen Rohrabschnitt, der in Sublimatlösung (10 vH) nach 3 h, Abb. 3 einen Stangenabschnitt, der nach etwa einem Tag aufgerissen ist. Das Rohr ist der Länge nach aufgeplatzt, auf der Oberfläche der Stange ist ein Netz von Längs- und Querrissen entstanden.

Nur kaltverformter Werkstoff neigt zum Aufreißen. Durch Glühen wird die Gefahr beseitigt; und in den ersten Untersuchungen wurde schon erkannt, daß hierzu Temperaturen ausreichen, bei denen die Härtung durch

Abb. 1
ntrohr aus Messing, beim Eingießen von Zink aufgeplatzt

Versuch in dieser Richtung ist in dem Werk „Grundbegriffe nischen Technologie", Leipzig 1925, unternommen worden.
rn Obering. W. Wunder bin ich für Mitteilung einer An-Tatsachen aus seinem reichen Erfahrungsschatz und für die ung bei der Auswahl des Versuchsmaterials zu Dank ver-

Leistner, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 429; C. Dieh. Ver. Bef. Gewerbefleiß Bd. 85 (1906) S. 177.

4) H. J. Miller, Journ. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 183; H. J. Hartley, Journ. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 193; R. Genders, Journ. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 215.
5) C. Diegel, a. a. O.
6) H. Leistner, a. a. O.

Abb. 4
Abschnitt einer gerichteten Messingstange, in Sublimatlösung aufgerissen

die Kaltverformung noch nicht beeinträchtigt wird. Messinggegenstände, bei denen die Aufreißneigung vorliegt, pflegt man heute bei 250 bis 300 °C auszuglühen.

Auch hat sich gezeigt, daß die Aufreißgefahr von Drähten, Stangen und Profilen wesentlich vermindert wird, wenn sie gerade gerichtet werden. Für Stangen verwendet man besondere Richtmaschinen oder Abrollbänke, in denen die Stangen durch schräglaufende Walzen umlaufend eingezogen und dabei um einen geringen Betrag gestaucht werden. Drähte zieht man über eine Anzahl von Rollen oder Nägeln, und Profile kann man durch ein schwaches Strecken in einer Ziehbank richten. Wenn aus irgendwelchen Gründen ein Ausglühen oder Richten unterbleibt, so hilft man sich dadurch, daß man Stangen mit einem Holzhammer abklopft, Drahtringe auf den Boden staucht oder in irgendeiner andern Weise kleine bleibende Verformungen erzwingt. Aber selbst durch Abrollen wird die Aufreißgefahr nur unvollkommen beseitigt. Wie Abb. 4 zeigt, riß ein Abschnitt von einer abgerollten Stange noch in Quecksilbersalz-Lösung nach einem Tag an den Enden ein.

Schon frühzeitig ist erkannt worden, daß für das Aufreißen innere Spannungen verantwortlich sind, die nach Kaltverformungen im Werkstoff zurückbleiben. Eine klare Vorstellung von der Bedeutung innerer Spannungen (Reckspannungen) für das Aufreißen und ein Verfahren zur Bestimmung ihrer Größe und Verteilung verdanken wir jedoch erst Heyn und Bauer[7]). Durch Abdrehen oder Ausdrehen von Stangen (und Rohren) entstehen Längenänderungen, aus denen die inneren Spannungen berechnet wurden. Andre Forscher haben sich dann ein mehr überschlägliches Bild von den größten Spannungen, die im Werkstoff nach der Verformung zurückbleiben, dadurch zu verschaffen gesucht, daß sie die beim Loslösen von Streifen des Gegenstandes eintretenden Verkrümmungen feststellen[8]). Erwärmen auf niedrige Temperaturen beseitigt die inneren Spannungen[9]), und zwar um so vollständiger, je größer die vorangegangene Kaltverformung war. Durch Richten verschwinden die Zugspannungen an der Außenhaut[10]), durch Abrollen werden sie in Druckspannungen verwandelt[11]).

Einen praktisch vollständigen Einblick in die Spannungsverteilung kann aber auch das Verfahren von Heyn und Bauer nur für Bleche geben, wo hauptsächlich Spannungen in der Walzrichtung auftreten. Aber bei und Rohren zeigt es sich, daß ein Aufreißen meisten Fällen nicht in der Querrichtung, Abb. 3, in der Längsrichtung, Abb. 2 und 4, eintritt. D nungen, die zu solchen Brüchen führen, müssen d in Richtung des Querschnittumfanges gerichtet se

Die Feststellung solcher Ringspannungen t, n Längsspannungen s, und auch der Radialspannu die den Spannungszustand vervollständigen, kann doch durch Erweiterung des Gedankenganges von H Bauer leicht vornehmen[13]). Dreht man einen St Rohrabschnitt vom Querschnitt f_b stufenweise von i einen Querschnitt f aus und stellt außer dem Ver dabei entstehenden Längenänderungen λ auch Dickenänderungen ϑ fest, so können die Spannung folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$s = \frac{E}{1-\mu^2}\left[(f_b - f)\frac{d(\lambda + \mu\vartheta)}{df} - (\lambda + \mu\vartheta)\right]$$

$$t = \frac{E}{1-\mu^2}\left[(f_b - f)\frac{d(\vartheta + \mu\lambda)}{df} - \frac{f_b + f}{2f}(\vartheta + \mu\right.$$

$$r = \frac{E}{1-\mu^2}\,\frac{f_b - f}{2f}(\vartheta + \mu\lambda),$$

worin E den Elastizitätsmodul, μ die Querdehnu des Stoffes bedeutet.

Auf diesem Wege wurde der innere Spannung in Rohren und verschieden behandelten Stangen Messing ermittelt[14]). Abb. 5 bis 22 veranschauli Ergebnis einiger Versuche, wobei die ermittelte nungen über dem sich beim Ausdrehen vergr Hohlquerschnitt aufgetragen sind.

In einem Messingrohr, das in Sublimatlösu 3 h aufriß, waren die Ringspannungen an der ha lich gefährdeten Außenhaut wesentlich größer Längsspannungen, Abb. 5 bis 7. Dies steht in Übereinstimmung mit dem Verlauf des durch Que salz-Lösung hervorgerufenen Risses, Abb. 2. Die Spannungen lagen mit 10 kg/mm² nur in der H etwa ¼ der Festigkeit des Werkstoffes. Die Ra nungen sind ohne Bedeutung.

Bei einer Messingstange, die auf 33 mm Dmr. und dann in einem Zuge auf 30 mm herabgezoge waren die Spannungen mehrfach höher als i Abb. 8 bis 10. Trotzdem riß die Stange erst n tägigem Lagern in Sublimat auf. Die Quecksilbe gibt also in der Dauer bis zum Aufreißen keine über die Größe der Spannungen; kompaktere Ge brauchen anscheinend längere Zeit zum Bruch a wandige. Bei der Stange erwiesen sich nach Abb. die Längs- und Ringspannungen an der Außen annähernd gleich groß; daher zeigt die Stange, ents Abb. 3, nach der Quecksilberprüfung ein Netz vo und Querrissen.

Durch Anlassen auf 300°, 1 h, wurden die Spa innerhalb der Fehlergrenzen der Messung (±1 vollständig beseitigt. Die Härte ($H_{10/250}$) fiel hie von 139 auf 111 Einheiten. Die Härte des bei 5 geglühten Stoffes wurde zu 68 bestimmt.

Durch Abrollen wurde der Spannungszustand Stangen entsprechend Abb. 11 bis 13 gänzlich v Die Zugspannungen an der Oberfläche der unab Stange sind bis zu einer Tiefe von etwa ⅛ der S in Druckspannungen verwandelt, und im übrigen

7) E. Heyn und O. Bauer, Int. Z. Metallogr. Bd. 1 (1911) S. 16; „Stahl und Eisen" Bd. 31 (1911) S. 760; Mitt. Mat. Prüf.-Amt Bd. 29 (1911) S. 1; E. Heyn, „Stahl und Eisen" Bd. 32 (1912) S. 2097; Bd. 37 (1917) S. 442 u. f.; Bd. 38 (1918) S. 846; Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 35 (1917) S. 1; Naturwiss. Bd. 9 (1921) S. 321.

8) P. D. Merica und R. W. Woodward, Bur. Stand. Techn. Paper Nr. 82 (1917); W. H. Hatfield und G. L. Thirkell, Journ. Inst. Metals Bd. 22 (1919 II) S. 67; A. M. Portevin, Journ. Iron Steel Inst. Bd. 108 (1923 II) S. 71; R. J. Anderson und E. G. Fahlmann, Journ. Inst. Metals Bd. 32 (1924 II) S. 367.

9) H. Heyn, Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 33 (1917) S. 1; A. Moore und S. Beckinsule, Journ. Inst. Metals Bd. 23 (1920 I) S. 225; Bd. 25 (1921 I) S. 35; Bd. 27 (1922 I) S. 149; H. Moore, S. Beckinsale und C. E. Mallinson, Journ. Inst. Metals Bd. 25 (1921 I) S. 35; S. Beckinsule, Journ. Inst. Metals Bd. 29 (1923 I) S. 285; G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 257 u. f.; R. J. Anderson und E. G. Fahlmann, Journ. Inst. Metals Bd. 31 (1925 II) S. 271.

10) G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 183.

11) Ich verdanke diese Angabe, die durch die vorliegenden Versuche bestätigt wird, einer noch unveröffentlichten Untersuchung von Prof. Dr.-Ing. E. h. O. Bauer.

12) E. Heyn, Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 35 (1917) S. 1; R. H drey und W. E. Ballard, Trans. Faraday Soc. Bd. 17 H. Moore und S. Beckinsale, Journ. Inst. Metals B S. 149; R. J. Anderson und H. Fahlmann, Journ. In Bd. 32 (1924 II) S. 367.

13) G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 352.

14) Der Werkstoff wurde freundlichst vom Kabelwerk der Verfügung gestellt.

Abb. 5 bis 7. Innere Spannungen in einem Messingrohr

Längsspannungen Ringspannungen Radialspannungen

0 200 0 200 400 600 Querschnitt mm² — 600 400 200 0 200 400 600 Querschnitt mm² — 600 400 200 0 200 400 600 Querschnitt mm²

is 10. Innere Spannungen in einer gezogenen Messingstange (58er Messing)

Längsspannungen Ringspannungen Radialspannungen

00 200 0 200 400 600 Querschnitt f mm² — 600 400 200 0 200 400 600 Querschnitt f mm² — 600 400 200 0 200 400 600 Querschnitt f mm²

Abb. 11 bis 13
Innere Spannungen in einer abgerollten Messingstange

Längsspannungen Ringspannungen Radialspannungen

0,085 vH gestaucht

0,33 vH gestaucht

0 200 0 200 400 600 Querschnitt f mm² — 600 400 200 0 200 400 600 Querschnitt f mm² — 600 400 200 0 200 400 600 Querschnitt f mm²

1,1 vH gestaucht

Abb. 14 bis 22
änderung der inneren Spannungen einer Messingstange durch Stauchen

ist zwar die Verteilung der Spannungen ähnlich
ı, ihre Größe aber etwa auf die Hälfte herab-
In Sublimatlösung riß ein Abschnitt der ab-
Stange jedoch noch, entsprechend Abb. 4, an den
ıuf. Dies erklärt sich dadurch, daß im Schnitt
r Stange freigelegt werden, die unter Zugspan-
stehen. In einem solchen Falle wird also die
efahr durch das Abrollen nicht beseitigt.

Wirkung des Abklopfens läßt sich auf dem hier
lagenen Wege schlecht verfolgen, da durch die
urchsichtige Verformung die Spannungsverteilung
h ungleichmäßig beeinflußt wird. Die Berechnung der Spannungen setzt aber voraus, daß der Zustand der Stangen angenähert rotationssymmetrisch ist. Dagegen dürfte das Strecken in der Ziehbank nicht anders als Stauchen wirken. Es wurden daher Rohrabschnitte um 0,085, 0,33 und 1,1 vH gestaucht. Wie Abb. 14 bis 22 zeigen, bewirkt zunehmendes Stauchen allmählich die erwartete Verminderung der Spannungen, und zwar besonders der Längsspannungen. In Abb. 23 ist die Veränderung der Längs- und Ringspannungen in Abhängigkeit von der Größe der Stauchung aufgetragen. Eigenartigerweise reicht selbst eine Verformung von 1,1 vH noch nicht aus, um die Spannungen vollständig zu beseitigen.

Die Aufreißgefahr von Messing usw. kann also zuverlässig mit der Anwesenheit von Reckspannungen verknüpft werden. Das Zurückbleiben innerer Spannungen nach ungleichmäßigen Verformungen ist durch die Gesetze der Spannungsverteilung gegeben und sogar in einfachen Fällen (Biegen, Verdrehen) rechnerisch faßbar[15]). Ihre Anwesenheit ist nicht auf Metalle beschränkt, sondern sie treten bei jedem Stoffe auf, der die Fähigkeit zum Fließen aufweist. Auch bei gebogenen Steinsalzkristallen können z. B. Reckspannungen durch Formänderungen, die beim Ablösen der Oberflächenschichten entstehen, nachgewiesen werden[16]).

Der Zusammenhang zwischen der Aufreißgefahr und der Größe und Verteilung der inneren Spannungen ist jedoch nicht einfach. Der Bruch, der übrigens stets längs den Korngrenzen verläuft, tritt dort ein, wo unter Zugspannungen stehende Teile durch chemischen Angriff geschwächt oder zusätzlichen Beanspruchungen ausgesetzt werden. Risse bilden sich dementsprechend im großen ganzen senkrecht zur Richtung der Zugspannungen aus. Die Größe der Zugspannungen ist jedoch anscheinend nicht allein bestimmend für die Aufreißgefahr.

Bei dem untersuchten Rohr war die Aufreißgefahr, wenigstens nach der Quecksilberprüfung beurteilt, größer als bei der Stange, während die inneren Spannungen im umgekehrten Verhältnis zueinander standen. Anderseits ist es aber in der Praxis bekannt, daß Stangen stärker als Rohre zum Aufreißen neigen. Danach würde also die zahlenmäßige Ermittlung der inneren Spannungen über ihre Wirkung einen besseren Aufschluß geben als die Quecksilberprüfung. Auch führt diese nur bei einigen Messingsorten zum Erfolg, und ihre Wirksamkeit ist von der Zusammensetzung der Legierung abhängig. Die genaue Bestimmung der inneren Spannungen bietet also

[15]) Vergl. A. und L. Föppl, Drang und Zwang, Bd. II, München und Berlin 1920. S. 297.
[16]) M. Polanyi und G. Sachs, Z. f. Phys. Bd. 33 (1925) S. 692.

Abb. 23
Veränderung der größten Zugspannungen in Messingstangen durch Stauchen

einen wesentlich vollständigen Einblick in den Zustand des Stoffes; die zuverlässige Durchführung ist aber umständlich[17]) und das Verfahren nur bei einfach gestalteten Gegenständen anwendbar.

Eine überschlägliche Ermittlung der inneren Spannungen aus den Verbiegungen beim Ausschneiden von Streifen gibt dagegen keinen sicheren Aufschluß. Es kann eine Spannungsverteilung vorliegen, wo, wie bei der abgerollten Messingstange, die inneren Spannungen kein Moment ausüben und ein ausgeschnittener Streifen sich infolgedessen nicht verbiegen würde. Das Verfahren erscheint daher nur dann aufschlußreich, wenn man von vornherein über die Verteilung der inneren Spannungen unterrichtet ist und sich nur ein Bild von ihrer Größe verschaffen will.

Elastizitätsgrenze und Streckgrenze

Es ist eine heiß umstrittene Frage, welche praktische Bedeutung den Kennziffern Elastizitäts-, Proportionalitäts- und Streckgrenze [bei Nichteisenmetallen[18])] zukommt, die das Auftreten kleiner bleibender Verformungen anzeigen. Von der einen Seite wird betont, daß ein Konstruktionsteil im Betriebe keine bleibenden Verformungen erleiden dürfe und daher die Feststellung der genannten Grenzen für eine genaue Beurteilung unerläßlich sei. Von der Gegenseite wird eigentlich nur eingewendet, daß eine zuverlässige Ermittlung dieser Kennziffern für die Praxis zu umständlich sei. Bisweilen wird auch darauf hingewiesen, daß allgemeine Vereinbarungen über diese Grenzen vorläufig nicht beständen und daher mit den bisher bekannt gewordenen Zahlenangaben wenig anzufangen sei. Dagegen gäbe die Festigkeit, wenn sie vielleicht auch vom physikalischen Gesichtspunkt aus nicht einfach zu deuten sei, einen zuverlässigen Anhalt für die Belastungsfähigkeit

17) G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 352.

18) Von der Streckgrenze des weichen Stahls, die im Gegensatz zu der Streckgrenze von Nichteisenmetallen eine Naturgrenze ist (vergl. M. Moser, Forschungsarb. V. d. I. H. 285 S. 74), ist hier nicht die Rede. Dagegen dürfte sich harter Stahl vielfach ganz ähnlich wie Nichteisenmetalle verhalten.

Abb. 24
Kennzeichnende Verformungskurven

a geglüht
b } kaltverformt { in gl. Richtung wie kaltverformt
c } kaltverformt { in entgegengesetzter Richtung
d angelassen

eines Werkstoffes, besonders, wenn, wie bei D[...] suchen, die Beanspruchungsverhältnisse denen [...] Praxis angepaßt würden.

Gegen eine Verwendung der Elastizitäts-, Pr[...]nalitäts- und Streckgrenze als Kennziffern lieger[n] noch viel wichtigere Bedenken als die angeführ[ten]. Wie schon Bauschinger[19]) bezüglich der Pr[...]nalitätsgrenze erkannte, sind diese Grenzen außeror[dentlich] empfindlich, ohne daß damit wirkliche Eigenscha[fts...]rungen des Werkstoffes angezeigt werden. Du[rch] kleine Dehnung wird z. B. die Proportionalitätsgr[enze ge]gen Zug erhöht, gegen Druck herabgesetzt (Baus[chinger-]effekt). Die Beobachtung von Bauschinger ist, [wie] Versuche von Masing[20]) an Messing gezeigt ha[ben,] allgemeiner und grundlegender Bedeutung. Sie [...] Stahl allerdings durch eine Reihe andrer verwick[elter Er]scheinungen verdeckt, die vorläufig noch ungeklär[t] und vermutlich mit dem eigenartigen Vorgang des [...] zusammenhängen.

Aus den Untersuchungen von Masing sowie [...] Versuchen läßt sich für einen Stoff ohne natürliche [...]grenze, also z. B. Messing und Duralumin, folgen[des] halten als kennzeichnend ansehen.

Abb. 25
Verformungskurven von gezogenem Duralum[in] (Marke 681 B H_1)

Im unbeanspruchten Zustande (gegossen oder [...]gehen, Abb. 24 *a*, dem eigentlichen Fließen bleibe[nde Ver]formungen bis 0,5 vH und darüber voraus; sie ne[hmen mit] steigender Last zu, während das eigentliche Flie[ßen, be]sonders bei Stoffen mit geringer Verfestigung, [...] plötzlich einsetzt.

Wird ein Probestab bis zu einem gewissen [...] vorgereckt, etwa durch Zug, so treten nun bei wie[derholter] Zugbeanspruchung, Abb. 24 *b*, vor dem Fließen [...]ringe bleibende Reste auf. In umgekehrter [...] jedoch, also im betrachteten Falle bei Druckbeansp[ruchung,] sind schon, wie Abb. 24 *c* zeigt, bei den geringste[n ...] erhebliche bleibende Verformungen da; und das ei[gentliche] Fließen setzt erst bei Verformungen von mehrer[en Hun]dertsteln ein. Der eigentliche Fließbeginn ist [...] bei einem solchen Kurvenverlauf schwer festzu[stellen].

Durch Anlassen bei niedrigen Temperaturen [...] die Zug- und Druckkurve wieder einander und [...]

19) J. Bauschinger, Mitt. Mech. Techn. Labor[...] H. 13 (1886); Ziviling. Bd. 27 (1881) S. 289.

20) G. Masing, Z. Techn. Phys. Bd. 6 (1925) S. 569; [...] Siemens-Konzern Bd. 5 (1926) S. 135; G. Masing [...] Mauksch, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 4 (1925) S. [...] (1926) S. 142.

21) J. Muir, Phil. Trans. Bd. 193 A (1900) S. 1; Bd. 1[...] S. 1; M. Rudeloff, Mitt. K. Techn. Vers.-Anst. Berlin ([...] Heft 1; I. A. van den Brock, Carnegie Scolarship Mem. B[...] S. 125; vergl. Z. f. Metallk. Bd. 12 (1920) S. 150; F. Kö[...] W. Rohland, Mitt. aus dem K.-W.-I. f. Eisenforsch. [...] S. 37/54.

nügend hoher Anlaßtempera-
ısammenfallen. Die gemein-
Kurve, Abb. 24 *d*, zeigt dann
hnliches Aussehen wie die
des geglühten Werkstoffes,
aber, da bei niedriger Glüh-
atur eine etwaige Verfesti-
nur unvollkommen beseitigt
wesentlich höher verlaufen.
ırch das Auftreten der Ver-
ng werden die beschriebenen
nformen etwas verwischt,
nicht so stark, als daß sie
bei jedem bisher untersuchten
deutlich unterscheidbar sind.
i einem verformten Stoff
also eigentlich von einer
itäts- und Streckgrenze gar
esprochen werden, da sie von
rt der Beanspruchung stark
gig sind. So zeigt Abb. 25
g- und Druckkurve von Ab-
en eines gezogenen Duralu-
bes. Die Zugkurve läuft zu-
wesentlich höher als die
kurve. Nehmen wir der
hheit halber eine entspre-
Abweichung von der elasti-
Geraden (Elastizitätsmodul
kg/mm²) als Maß für die
nde Verformung an, so finden
r Zug oder Druck die Elasti-
renze $\sigma_{0,03}$ (0,03 vH bleibende
rmung) bei 27 oder 32 kg/mm²,
treckgrenze $\sigma_{0,2}$ bei 35 oder
g/mm² und $\sigma_{0,5}$ bei 39 oder
mm². Je nach der Richtung der Beanspruchung
ı also Unterschiede bis 20 vH und bei empfindliche-
enzen, etwa $\sigma_{0,001}$, noch wesentlich größere auftreten.

s zu welchem Grade diese Unsymmetrie bei geglüh-
ıralumin unmittelbar nach einer Beanspruchung an-
n kann, zeigen Abb. 26 und 27. Die Versuche wur-
ausgeführt, daß ein Probestab abwechselnd durch
nd Druck um wachsende Beträge (0,1 vH, 0,3 vH,
1,3 vH, 2,4 vH) verformt und jedesmal die Span-
Verformungskurven verfolgt wurden. Wie beson-
ersuche gezeigt haben, ist der Verlauf einer solchen
in Abb. 26 praktisch der gleiche, wie wenn die
egangene Verformung unmittelbar an geglühtem
toff vorgenommen wurde. Durch einen bestimmten
mungsbetrag wird also die Vorbehandlung, wenn

Abb. 26
Verformungskurven von Duralumin bei abwechselnder Zug- und Druckbeanspruchung

a Druckkurve des veredelten Stoffes
b Zug nach 0,163 vH Stauchung
c Druck „ 0,292 „ Dehnung
d Zug nach 0,611 vH Stauchung
e Druck „ 1,29 „ Dehnung
f Zug „ 2,42 „ Stauchung

sie in erheblich geringeren Verformungen besteht, beseitigt, d. h. nur hinsichtlich des allgemeinen Kurvenverlaufs, nicht aber in bezug auf die Höhe der Verfestigung. Diese schreitet vielmehr entsprechend Abb. 28 und 29 mit jeder Verformung weiter fort; bei Duralumin, Abb. 28, ist dabei im Gegensatz zu Messing, Abb. 29, der Widerstand gegenüber Druck etwas größer als gegenüber Zug.

Den Verformungskurven, Abb. 26, sind dann wieder die entsprechenden Abweichungen von der elastischen Geraden (Elastizitätsmodul ~ 7700 kg/mm²) als Elastizitäts- und Streckgrenze entnommen und in Abb. 27 in Abhängigkeit vom vorangegangenen Verformungsbetrage (der in umgekehrter Richtung erfolgt war) aufgetragen. Zum Vergleich ist in Abb. 27 gestrichelt die Veränderung der Elastizitäts- und Streckgrenze bei gleichgerichteter Beanspruchung eingezeichnet. Abb. 27 ist zu entnehmen, daß die Elastizitätsgrenze $\sigma_{0,03}$ von Duralumin durch eine vor-

Abb. 27
ıssung der Elastizitäts- und Streckgrenze von Dur- durch vorangegangene Verformungen in entgegen- r Richtung. (Gestrichelt ist die Veränderung bei leichgerichteter Beanspruchung eingezeichnet.)

ıck veredelt *b* Zug nach 0,163 vH Stauchung *c* Druck
0,292 vH Dehnung *d* Zug nach 0,611 vH Stauchung *e* Druck
ach 1,29 vH Dehnung *f* Zug nach 2,42 vH Stauchung

Abb. 28
Verfestigung von Duralumin (681 B) bei wechselnder Beanspruchung

Abb. 29
Verfestigung von Messing (Ms 72) bei wechselnder Beanspruchung

angegangene Verformung in einer der Prüfrichtung umgekehrten Richtung bis unter den halben Wert herabgedrückt werden kann, den sie bei Prüfung in der gleichen Richtung wie vorangegangen annimmt. Die größte Wirkung tritt bei etwa 0,7 vH ein; darüber steigt die Elastizitätsgrenze wieder infolge Verfestigung. Die Streckgrenzen $\sigma_{0,2}$ und $\sigma_{0,5}$ sind weniger beeinträchtigt, verhalten sich im übrigen gleichartig wie die $\sigma_{0,03}$-Grenze. Niedriger liegende Grenzen können bis auf 0 herabgedrückt werden. Bei Messing wurden noch stärkere Unterschiede als bei Duralumin festgestellt.

Zur Erklärung der beschriebenen verwickelten Erscheinungen (Bauschingereffekt) ist Heyn[22]) von der Vorstellung ausgegangen, daß jeder wirkliche Stoff aus verschiedenen harten Teilchen besteht. Bei einem solchen Verbundkörper würden zunächst allein die weicheren Teilchen fließen, bis die Elastizitätsgrenze der härteren erreicht ist. Wegen der ungleichmäßigen Spannungsverteilung müssen dann bei der Entlastung innere Spannungen zurückbleiben; und bei entgegengesetzter Beanspruchung muß frühzeitig Fließen einsetzen. Die Modellvorstellung (Federn in einer plastischen Masse) von Heyn erklärt also in der Tat das Auftreten des Bauschingereffektes.

Masing[23]) hat dann zur Erklärung des Bauschingereffektes den Aufbau des Werkstoffes aus einem Haufwerk von Kristallen mit verschieden hohen Elastizitätsgrenzen herangezogen. Auf Grund dieser Vorstellung konnte er aus der ursprünglichen Kurve die Kurve bei entgegengesetzter Beanspruchung mit einiger Annäherung berechnen[24]). Die Versuche ergaben jedoch stets einen größeren Effekt, d. h. einen flacheren Kurvenverlauf als die Rechnung. Als Erklärung hierfür erwägt Masing auch die Möglichkeit, daß sich der einzelne Kristall einseitig verfestige.

Versuche an einzelnen Kristallen von Messing, die ich gemeinsam mit H. Shoji durchgeführt habe[25]), ergaben nun überraschenderweise ähnliche große Effekte wie bei gewöhnlichen kristallinen Werkstoffen. Hierbei fällt noch besonders ins Gewicht, daß das Fließen bei Kristallen schon bei sehr geringen Spannungen ($\sim 2{,}5\ kg/mm^2$) lebhaft einsetzt und die elastischen Formänderungen dann sehr gering sind. Die Bedeutung dieser Versuche liegt darin, daß ein Kristall nicht gut als ein Verbundkörper gedacht werden kann, eine Vorstellung, die für eine Erklärung des Bauschingereffektes auf Grund innerer Spannungen nicht zu umgehen ist. Auf der andern Seite verhält sich der Bauschingereffekt gegenüber Temperaturerhöhungen so vollständig gleichartig den Reckspannungen, daß an einem Zusammenhang mit inneren Spannungen kaum gezweifelt werden kann. Eine Klärung dieser Widersprüche dürfte von erheblicher Bedeutung für unsere Vorstellung vom kristallinen Körper werden.

Mit dem Bauschingereffekt eng verknüpft ist wahrscheinlich auch die Veränderung der Elastizitätskonstanten durch Kaltverformung. Durch Anlassen auf niedrige Temperaturen wird nach den schon vor einiger Zeit abgeschlossenen Versuchen von Kuntze[26]) ebenfalls ein Anteil der Veränderung beseitigt, in ganz gleichartiger Weise wie beim Bauschingereffekt. Und zwar ist der Elastizitätsmodul, der auf übliche Weise gemessen wird, in der Regel auffallend niedrig, so daß anzunehmen ist, daß auch bei den kleinsten Belastungen durch die inneren Spannungen bleibende Verformungen hervorgerufen werden.

Die Reckspannungen und die inneren Spannungen, die für den Bauschingereffekt und die Beeinflussung des Elastizitätsmoduls verantwortlich gemacht werden, sind nicht der gleichen Art. Der Bauschingereffekt tritt auch dann nach Kaltverformungen auf, wen[n] spannungen fehlen; wenn jedoch Reckspannunge[n] weisbar sind, dürfte damit auch stets ein Bausching[ereffekt] verbunden sein. Dies erklärt sich dadurch, daß [un]gleichmäßiges Fließen in großen Bereichen, das zu[m Auf]treten der Reckspannungen führt, vermieden werde[n kann]. Dies ist z. B. bei Zugversuchen der Fall, wo nach [...] Messungen an Messing und Kupfer Reckspannung[en] nachgewiesen werden konnten. Selbst nach Au[s...] einer schwachen Einschnürung lagen die beim Au[...] des Einschnürungsgebietes auftretenden Formänd[erungen] noch innerhalb der Versuchsfehlergrenzen. Inn[ere Un]gleichmäßigkeiten, wie sie für das Auftreten des Ba[uschin]gereffektes verantwortlich gemacht werden, sind [...] im Mechanismus der Kristallverformung begrün[det ...] daher unvermeidlich.

Anderseits haben die Reckspannungen und d[er Bau]schingereffekt eine sehr gleichartige Temperatura[bhängig]keit gemeinsam. Nach größeren Verformungen [werden] z. B. bei Messing durch Anlassen auf 300 ° beide f[ast voll]ständig beseitigt. Dies ist die Hauptstütze der Auf[fassung,] daß der Bauschingereffekt auf inneren Spannungen [...]. Auch röntgenographisch lassen sich sowohl bei ge[...] Kristallen als auch bei gezogenem Draht inner[e Span]nungen nachweisen, die bei verhältnismäßig ni[edrigen] Temperaturen unterhalb der Entfestigung und [...] kristallisation wieder verschwinden[26a]).

Es gibt aber wahrscheinlich noch andere V[...] die ebenfalls mit inneren Spannungen zusammen[hängen,] aber in anderer Weise von der Temperatur beeinflu[ßt wer]den. So konnten beim Erhitzen eines verdrehten [...] stabes noch bis zu 700 ° hinauf Rückdrehungen fes[tgestellt] werden[27]). Dies scheint für die vielfach vertreten[e An]sicht zu sprechen, daß die Rekristallisation ihren U[rsprung] ebenfalls in inneren Spannungen hat[28]). Sie [...] jedoch wieder andrer Art sein als die hier bespr[ochenen].

Schließlich kann man heute das Verfestigungs[problem] so weit als geklärt ansehen, daß die Entstehung vo[n Tren]nungsflächen infolge der Zerteilung der Kristalle i[n Gleit]schichten und das Zurückbleiben innerer Spannun[gen in]folge der Verkrümmung der Gleitschichten die [...] sichergestellten physikalischen Tatsachen sind, die [zur Er]klärung der Verfestigung herangezogen werden kön[nen]. Zwischen der Rekristallisation und der Verfestig[ung be]stehen zwar zweifellos zahlreiche Zusammenhäng[e, aber] beide gehen ihre eigenen Wege und lassen sich ni[cht mit]einander verknüpfen[30]).

Daher muß durchaus betont werden, daß eine [befrie]digende Deutung der Verfestigung durch die Ent[stehung] von Trennungsflächen oder die Anwesenheit innere[r Span]nungen vorläufig nicht gelungen ist. Alle V[ersuche,] eine andere Erscheinung aufzufinden, die in ihr[er Ver]formungs- und Temperaturabhängigkeit der Verf[estigung] gleichläuft, sind bisher vergeblich gewesen.

Danach scheint, daß unsre heutige Vorstellu[ng vom] Kristallgitter noch einer wesentlichen Ergänzung [bedarf,] ehe die Verfestigung, und besonders auch noch der [...] Gleit- und Trennungswiderstand der Kristalle gedeu[tet wer]den können. Die bedeutende Entwicklung der [Quanten]mechanik in jüngster Zeit läßt hoffen, daß auf [diesem] Weg eine Erklärung der bisher ganz rätselhaf[ten Er]scheinungen gelingen wird.

Die Ausführung der Versuche lag zum Teil i[n Hän]den von Herrn Böhme, dem für die Unters[tützung] bestens gedankt sei. [B...]

[22]) E. Heyn, Festschrift Kaiser-Wilhelm-Ges. (1921) S. 121; vergl. a. H. Hencky, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 4 (1924) S. 223.

[23]) G. Masing, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 3 (1924) S. 231.

[24]) G. Masing, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 5 (1926) S. 135; G. Masing und W. Mauksch, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 5 (1926) S. 142.

[25]) G. Sachs und H. Shoji, Z. f. Phys. (im Druck).

[26]) W. Kuntze, Z. f. Metallk., im Druck; W. Kuntze. G. Sachs und H. Sieglerschmidt, Z. f. Metallk., im Druck.

[26a]) A. E. van Arkel, „Physica" Bd. 5 (1925) S. 208; F. S. G[...] Phil. Mag. [7] Bd. 7 (1926) S. 239; K. Becker, Z. f. Phys. Bd[...] S. 226; Frh. v. Göler u. G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) [...]

[27]) M. Polanyi und G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. [...] S. 227.

[28]) G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 12 (1920) S. 457; [...]lanyi, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 94; G. Sachs, Z. f. [...] Bd. 17 (1925) S. 85; Bd. 18 (1926) S. 209; W. Feitk[...] Journ. Inst. Metals Bd. 35 (1926, I) S. 13.

[29]) G. Masing und M. Polanyi, Erg. Exakt. N[...] Bd. 2 (1923) S. 177.

[30]) R. Karnop und G. Sachs, Z. f. Phys. Bd. 42 (1927) S[...]

H. Steudel: Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau

Abb. 1
Festigkeitsprüfung eines Flugzeug-Knotenstückes
Auf das Knotenstück *a* werden gleichzeitig zwei Zugkräfte Z_1 und Z_2 sowie eine Druckkraft *D* ausgeübt, alle unter verschiedenen Winkeln. Die Zugkräfte werden unmittelbar mit Flaschenzügen, die Druckkraft unter Zwischenschaltung eines Hebels *b* ausgeübt, die Kräfte werden durch Dynamometer gemessen.

Abb. 3 (unten)
Prüfung eines Flugzeugflügels auf Stirndruck und Verdrehungsfestigkeit
Der Flügel ist in der Mitte fest eingespannt; die freitragenden Enden sind mit Hebeln, an denen Kasten mit Sandsäcken hängen, bis zum Bruch belastet worden.

Abb. 4
Prüfung einer Flugzeugfläche auf Schwingungsfestigkeit unter Feststellung der kritischen Schwingungsbereiche
Die Fläche *a* ist auf dem Bock *b* befestigt, die freitragenden Enden sind mit Federn c_1 bis c_4 in bestimmter Höhe vorbelastet; die Feder c_4 wird mit einem Exzenter *d* durch einen Elektromotor auf- und abbewegt, wodurch die ganze Fläche in leichte Schwingungen gerät, die bei den kritischen Schwingungszahlen stärker werden.

Abb. 5
Dauerbeanspruchungsversuch an einem Kurbelwellen-Modell
An dem in Frage kommenden, hier verkleinerten und vereinfachten Teil der Kurbelwelle *a* greift über einen federnden Hebel *b* eine Schubstange *c* an, die den Kurbelzapfen *d* gleichzeitig auf Biegung und Verdrehung beansprucht.

Abb. 8 a
Flußstahl-Walzstange
20 × 34 mm²

Abb. 8 b
Leichtmetall A, Rundstange
65 mm Dmr.

Abb. 8 c
Leichtmetall B, Rundstang
40 mm Dmr.

Abb. 8
Beispiele für Festigkeitsunterschiede einiger Werkstoffe in der Kernzone

Abb. 12
Ungünstig und richtig hergestellter Bolzen

a) Der Bolzen ist aus dem Vollen herausgearbeitet; die reine Randzone (hell) ist größtenteils fortgedreht, das Gewinde und der glatte Zapfen verlaufen in der spröden Seigerungszone (dunkel).

b) Das Stück ist möglichst weit vorgeschmiedet, die Seigerungszone ist weiter ins Innere gedrückt, das Gewinde verläuft jetzt in der guten Außenzone.

Abb. 13
Stark kaltgezogenes Messingrohr, im Betriebe innere Spannungen ohne äußere Beanspruchun geplatzt

Die durch Kaltbehandlung hervorgerufenen V spannungen lassen sich durch mechanische Nachbe oder Ausglühen beseitigen.

Abb. 14
Poröse Stellen an Querschnittsanhäufungen

Abb. 14 und 15
Aluminiumkolben (Kokillenguß)

Abb. 15
Poröse Stellen beseitigt durch Verringerun der Querschnittsanhäufungen und Verbess rung des Gießverfahrens

Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau

Von H. Steudel, Forschungsanstalt Prof. Junkers, Dessau

nwendung des Leichtbaues und Wege zu seiner Durchführung. — Die Entwicklung der Konstruktion wird durch Vorversuche an odellen unterstützt, die den Konstruktionsteilen nachgebildet sind. — Der Werkstoffprüfer muß besonders im Leichtbau mit dem onstrukteur und auch mit dem Werkstoffhersteller zusammenarbeiten. — Durchführung der Werkstoffprüfung und Beispiele.

Hierzu Textblatt 15 und 16

ıf vielen Zweigen des Maschinenbaues beobachten wir die Entwicklung zum Leichtbau, besonders dort, wo größere Massen häufig beschleunigt und rt werden müssen, wie im Eisenbahnbau, in der hrt und im Kraftwagenbau, am ausgesprochensten ı Bau von Luftschiffen und Flugzeugen. Hier ist ır geringes Gewicht des ganzen Fahrzeuges une Voraussetzung; es muß mit jedem Gramm ge- werden, das durch geschickte Formgebung erspart kann.

n das Ziel größtmöglicher Leichtigkeit zu erreichen, ıan mehrere Wege, einmal eine höhere Bechung der üblichen Bauelemente, dann die stärkere iehung von Sonderstählen und andern hochwertigen ıngen, die Verwendung von Leichtmetallen und lich Übergang vom hergebrachten Maschinenbau lechbau, der die Ausführung steifer Konstruktionen ingsten Wanddicken und damit vollkommenere Ausg der Werkstoffe gestattet.

ıch für den Gang der Konstruktion entwickeln sich chtbau neue Wege. Während im allgemeinen Mabau gewöhnlich ein neuer Entwurf auf dem Reiß- ollkommen fertig gemacht wird, dann in die Werkegeben und schließlich erst nach Fertigstellung der Maschine erprobt wird, fordert der Leichtbau ein Vorgehen. Bei der außerordentlich hohen Bechung der einzelnen Bauteile und der vollen Ausg der Querschnitte versagen mehr oder weniger lichen Berechnungsverfahren. Hier muß der Verngreifen, der die Konstruktion schon während ihrer klung beeinflußt, verbessert und neue Berechnungsgen schafft. Dieses Verfahren ist von Junkers Entwicklung seines Metallflugzeuges in großem ge durchgeführt worden und ist wohl ein wesent- Teil seines raschen Erfolges.

ızelne Bauteile werden so, wie sie dem Konstruknächst vorschweben, in natürlicher oder auch verer Größe versuchsmäßig hergestellt und auf die te Festigkeit geprüft. Zur Ersparnis an Arbeit dabei zweckmäßig unwesentliche Teile fortgelassen ereinfacht, auch können in manchen Fällen wert- Verkstoffe durch weniger wertvolle ersetzt werden. e Versuchstücke im ganzen oder an einzelnen Stellen ıwach geraten, so zieht der Konstrukteur seine daraus und verbessert den Entwurf; verläuft der ı sehr günstig, so kann er noch Werkstoff und dawicht sparen. Die versuchsmäßige Ausführung h den weiteren Vorteil, daß dabei sich ergebende torische Schwierigkeiten rechtzeitig erkannt und ck entsprechend abgeändert werden kann.

wird Teil für Teil entwickelt, bis schließlich alle ichen Bauelemente der Leichtkonstruktion auf die ulässige Beanspruchung und das geringstmögliche bei wirtschaftlicher Ausführbarkeit gebracht sind, (Textblatt 15) und Abb. 2. Ist die Konstruktion elter, z. B. ein Flugzeugflügel, so genügt die Prür einzelnen Bauelemente noch nicht, es muß das meist statisch unbestimmte System, einer Gesamt- unterzogen werden, Abb. 3 (Textbl. 15). Neben Festigkeitsprüfungen sind auch häufig andre Unteren notwendig, z. B. Versuche zur Ermittlung kri- Schwingungen an Bauteilen, Abb. 4 (Textbl. 15). n von Werkstücken bei Dauerbeanspruchungen, (Textbl. 15), Laufversuche an besonders hoch behten Lagern und andre mehr. Der Versuch, Abb. 5, azu, den Einfluß einer äußeren Ölbohrung zu stu-

Abb. 2
Prüfung der Arbeitsaufnahme eines Abfederungsbeines für ein Flugzeug-Fahrgestell

Der obere Teil ist gegen einen festen Träger *a* gestützt, der untere wird durch ein Gehänge *b* mittels Flaschenzuges und zwischengeschalteter Dynamometer nach oben gedrückt. Messung der Federung der Gummizüge *c* mit Zeiger *d* an dem Maßstab *e*.

dieren, durch die eine Kerbwirkung befürchtet wurde. Der absichtlich herbeigeführte Dauerbruch begann jedoch nicht an der Bohrung.

Es kann den Anschein haben, als ob der Weg über die Versuchsarbeit umständlich und teuer sei, er ist aber letzten Endes doch der rascheste und wirtschaftlichste, da die Vorversuche an den einzelnen Teilen mit einem recht geringen Aufwand an Zeit und Kosten durchgeführt werden können und die Erprobung des fertigen Erzeugnisses außerordentlich abkürzen. Werden die Versuche in der üblichen Weise an der fertigen Maschine vorgenommen, so werden bei dem Versagen eines Teiles leicht auch die andern in Mitleidenschaft gezogen; die dann nötigen Ausbesserungen erfordern erhöhte Kosten, die eigentlichen Betriebsversuche kommen durch das Stilliegen der Maschine nicht vorwärts und der endgültige Aufwand an Zeit und Geld ist viel erheblicher.

Auch der Werkstoffprüfer, dem die Durchführung der Festigkeitsversuche übertragen ist, muß sich auf den Leichtbau besonders einstellen. Er darf nicht am Gewohnten kleben und alles mit zu großer Peinlichkeit machen wollen. Meistens kommt es auf ein paar Hundert-

teile Genauigkeit nicht an, dafür aber auf Schnelligkeit; denn die Arbeit am Reißbrett muß weiterkommen. Er muß erfinderisch sein in der Schaffung von einfachen Prüfanordnungen, die, unter Aufwand möglichst geringer Mittel, von Fall zu Fall rasch zusammengestellt werden können[1]).

Mit dem Konstruktionsbureau muß der Werkstoffprüfer stets in engster Verbindung arbeiten. Schon beim Entwurf der Leichtkonstruktion soll der Werkstoffsachverständige mit herangezogen werden. Wenn schon im allgemeinen die Kenntnisse der Konstrukteure in Werkstofffragen infolge nicht genügender Ausbildung an den meisten Hochschulen leider recht gering sind, so macht sich dieser Mangel im Leichtbau ganz besonders bemerkbar. Hier müssen alle Eigenschaften der Baustoffe bis aufs äußerste ausgenutzt werden, hier muß der Werkstofffachmann mit seinen Sonderkenntnissen helfend einspringen und die für den jeweiligen Zweck geeignetsten Werkstoffe vorschlagen. Von großem Vorteil ist es hierbei, wenn der Werkstoffsachverständige aus dem Maschinenbau hervorgegangen ist und selbst eine Zeitlang am Reißbrett konstruiert hat. Er hat dann ein besseres Gefühl für die Anforderungen, die an die Baustoffe gestellt werden, und kann auch Vorschläge machen, wie eine Konstruktion mit Rücksicht auf bessere Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften gegebenenfalls noch günstiger zu gestalten ist. Er soll dabei auch immer und immer wieder auf die Gefährlichkeit von Kerben, wie scharfen Querschnittsübergängen usw., hinweisen, die besonders bei Dauerbeanspruchungen verhängnisvoll werden, Abb. 6 und 7

Anderseits muß der Werkstoffprüfer eine gute hüttentechnische Ausbildung haben, damit er dem Konstrukteur helfen kann, die günstigste Herstellungsart für das entstehende Werkstück zu finden. Die Kenntnis der technologischen Verarbeitung der Werkstoffe durch Gießen, Schmieden, Pressen usw. ist schon beim Entwurf einer Konstruktion von ausschlaggebender Bedeutung; hiernach muß sich die Formgebung in weitestem Maße richten. Die schönste Maschine kann durch irgendeine Kleinigkeit, die der Gießer nicht formen, durch ein Gesenkstück, das nicht gepreßt werden kann, durch falsche Querschnittverteilung,

Abb. 6 und 7 Dauerbruch an einer Schraube
Der Bruch geht nicht durch den schwächeren Schaft, sondern durch den stärkeren Gewindekern, ein Beweis für die starke Kerbwirkung scharfer Eindrehungen bei Dauerbeanspruchungen.
Der Werkstoff ist an sich sehr zäh, siehe die Biegeprobe, Abb. 7.

die bei der Wärmebehandlung zu Rissen führen ihrer Ausführbarkeit gefährdet werden. Hier s Werkstoffsachverständige rechtzeitig seine Stimme und helfend eingreifen, damit die Schwierigkeite erst in der Herstellung beginnen.

Auch muß der Werkstoffprüfer den Konstrukte auf aufmerksam machen, daß die Werkstoffe kei innerlich gleichartig sind, daß sie mit kennzeich Fehlern behaftet sind, die mit ihrem inneren Aufb der Art ihrer Herstellung zusammenhängen. E z. B. darauf hinweisen, daß an Gußstücken an bes Stellen Lunkerungen zu erwarten sind, und Vor machen können, wie durch geeignete Formgebun Fehler zu vermeiden sind. Der Konstrukteur mu wissen, daß im Werkstoff Fremdeinschlüsse und rungen, im verarbeiteten Werkstoff Zeilenstrukt treten können, durch die zuweilen in den Festigkeit und damit der Beanspruchungsmöglichkeit an v denen Stellen oder in verschiedenen Richtungen sch Unterschiede entstehen[2]), Zahlentafel 1 und 2, (Textbl. 16) und Abb. 9. Er muß sich auch bewußt s die Wärmebehandlungen, die zur Erreichung höherer

[1]) Vergl. Einfache Materialprüfmaschinen, Z. f. Metallk. Bd. 13 (1921) S. 220.

[2]) Vergl. Einschlüsse in Leichtmetallen und ihre Wirkun mechanischen Eigenschaften, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S 129.

Zahlentafel 1

Beispiele für Festigkeitsunterschiede einiger Werkstoffe in der Rand- und der Ker

Werkstoff und Verarbeitungszustand	Bruchfestigkeit		Dehnung		Sonstiges		Aussehen der Zonen
	Randzone kg/mm²	Kernzone kg/mm²	Randzone vH	Kernzone vH	Randzone	Kernzone	
Flußstahl, Walzstange 20 × 34, Abb. 8a	54,5	57,5	12,0	10,4	Einschnürung vH 59; Kerbzähigkeit mkg/cm² 14,4	Einschnürung vH 46; Kerbzähigkeit mkg/cm² 8,1	Randzone normal, Kerzo starke Seigerungen
Leichtmetall A, Rundstange 65 Dmr., Abb. 8b	38,0	35,5	19,0	10,0	nicht gemessen		Randzone sehr feinkörnig zone weniger feinkörnig
Leichtmetall B, Rundstange 40 Dmr., Abb. 8c	38,6	47,4	16,7	14,0	nicht gemessen		Randzone grob rekristallisi normal), Kernzone feink

Zahlentafel 2

Beispiele für den Einfluß der Zeilenstruktur bei warmgereckten Werkstoffe auf die Festigkeitswerte längs und quer zur Faserrichtung

Werkstoff	Verhältnis der Bruchfestigkeiten quer zu längs	Verhältnis der Dehnungen quer zu längs	Verhältnis der Einschnürungen quer zu längs	Verhältnis der Krupp-Dauerschlagwerte quer zu längs	Grad der Reinheit und Zeilenstruktur
Tiegelstahl, Schmiedestück	rd. 1	rd. 1	0,81	0,90	sehr schlackenarm, sehr Zeilenstruktur
Elektrostahl, Schmiedestück	0,93	0,78	0,69	0,71	schlackenarm, geringe Zeilens
Guter S.-M.-Stahl, Schmiedestück	0,92	0,54	0,34	0,45	mäßige Schlacken, leichte struktur
Gewöhnlicher S.-M.-Stahl, Schmiedestück	0,65	0,28	0,13	nicht geprüft	starke Schlacken, starke struktur
Schweißstahl, Rundstange	0,62	0,14	0,06	0,09	sehr starke Schlacken, sehr Zeilenstruktur
Leichtmetall A, Rundstange	0,72	0,39	0,29	0,31	erhebliche Zeilenstruktur du gelöste Einschlüsse

Abb. 9.
Kugelverschraubung für Flugzeugholme
Kennzeichnendes Beispiel für die Anpassung der ıstruktion an die Eigenart des Werkstoffes. Das ck ist nicht aus dem Vollen gedreht, sondern weitıend vorgeschmiedet (links), um die feinkörnige ıdzone zu erhalten; die innere, weniger feste Zone wird durch Herausdrehen entfernt (rechts).

Abb. 10
Zerreißversuch an einem Stangenauge aus veredeltem Leichtmetall.
Das Auge zeigte zu geringe Festigkeit, da sich infolge nicht ausreichender Durchschmiedung die Veredelung nicht genügend ausgewirkt hat.

Abb. 11
Ventilkegel-Prüfvorrichtung
Die Ventile *a* werden in einem normalen Motoreninder *b* möglichst rasch betätigt. Mit einem Bren- *c* können die Ventile auf verschiedene Glühtemperaın gebracht werden, die mit dem optischen Pyroer *d* gemessen werden. Man kann so die geeignetı Ventilwerkstoffe herausfinden.

an Stählen und auch an Leichtmetallen vorgenommen ı, nicht immer gleich wirksam sind, sondern je nach hnitt des Stückes oder nach Art seiner Durchdung mehr oder weniger unvollkommen ausfallen ı, so daß die erwarteten Gütesteigerungen nicht voll eintreten, Abb. 10.

ne weitere wichtige Aufgabe des Werkstoffprüfers dem Konstrukteur neue Werkstoffe in die Hand en, die diesem ermöglichen, weitere Gewichtersparoder sonstige Vorteile zu erreichen. Hierzu genügt ıt, daß er die Fachzeitschriften gründlich durchı, er soll unmittelbar an die Quelle gehen und mit zeugern der Werkstoffe engste Fühlung nehmen, um zu erfahren, was in den einzelnen Werken vorhanden oder an neuen Stoffen in Vorbereitung ist. Weiterhin kann er Wünsche der Konstrukteure nach Werkstoffen mit besonderen Eigenschaften übermitteln und unmittelbar mit dem Hüttenmann besprechen, wie weit die Erfüllung dieser Forderungen möglich ist. Die hiernach gemeinsam entwickelten Werkstoffe müssen dann vom Verbraucher eingehend geprüft werden, und zwar möglichst unter Betriebsbedingungen, da häufig für Sonderzwecke die üblichen Prüfverfahren nicht genügend Aufschluß geben, Abb. 11. Diese persönlichen Beziehungen bringen auch dem Erzeuger Vorteile, da er gewöhnlich viel zu wenig von der Bewährung seiner Werkstoffe im praktischen Betrieb und von den weiteren Wünschen der Kunden erfährt; werden ihm zweckmäßige Unterlagen darüber zur Verfügung gestellt, so kann er an der richtigen Stelle einsetzen und seine Erzeugnisse entsprechend den sich steigernden Ansprüchen des Leichtbaues zu immer höherer Güte entwickeln.

Mit der Zusammenarbeit mit dem Konstruktionsbureau sind jedoch die Aufgaben des Werkstoffprüfers noch nicht erschöpft, auch dem Betriebe muß er helfend zur Seite stehen, damit bei der Ausführung in der Werkstatt der Werkstoff auch seinen Eigenarten entsprechend richtig verarbeitet wird.

Zunächst müssen natürlich alle zur Verwendung kommenden Werkstoffe einer äußerst sorgfältigen Prüfung auf chemische Zusammensetzung, Festigkeitseigenschaften, richtigen Gefügeaufbau usw. mit allen Mitteln neuzeitlicher Forschung unterzogen werden, damit ungeeignete Werkstoffe von vornherein ausgeschieden werden. Dann muß bei der weiteren Verarbeitung darauf geachtet werden, daß alle Verformungsarbeiten auf kaltem oder warmem Wege dem Werkstoff richtig angepaßt sind. Es muß z. B. überlegt werden, ob man ein Stück aus dem Vollen herausarbeiten darf, oder ob es mit Rücksicht auf mögliche Ungleichmäßigkeiten des Werkstoffes, z. B. Seigerungen, vorgeschmiedet werden muß und wie dies zu geschehen hat, Abb. 12 (Textbl. 16). Bei der Formgebung spielt auch der Faserverlauf des Werkstoffes eine wichtige Rolle; es kann ein Werkstück durch ungünstige Faserrichtung sehr erheblich in seiner Widerstandfähigkeit herabgesetzt werden. Unsachgemäß gewählte Kaltformung kann zu Spannungen führen, die sich im Laufe der Zeit zu Formveränderungen oder sogar zu Rißbildungen auswirken können, Abb. 13 (Textbl. 16).

Werden einzelne Konstruktionsteile von außen her bezogen, z. B. Gußstücke, Schmiedeteile usw., so muß sich die Überwachung natürlich auch auf diese erstrecken. Auch hier soll sich der Werkstoffprüfer schon vor der Bestellung der Teile mit dem Hersteller in Verbindung setzen, sich von der Geeignetheit des zu verwendenden Werkstoffes überzeugen und sich auch über den Herstellungsgang des Stückes verständigen. Er soll bei wichtigen Gußstücken möglichst beim Einformen und auch beim Abguß zugegen sein, um Schwierigkeiten mitzuerleben, die durch ungeeignete Gestaltung auftreten, und diese dem Konstrukteur zur Berücksichtigung mitteilen. Lassen sich derartige Stellen konstruktiv nicht ganz vermeiden, so soll er mit dem Gießer verhandeln, welche gießtechnischen Son-

Abb. 16
Kurbelwelle mit günstigem Faserverlauf
Der Schliff zeigt, daß die Welle richtig geschmiedet ist (über dem Sattel gebogen). Die Faser geht annähernd gleichlaufend zur Oberfläche, so daß bei Biegungsbeanspruchungen der Welle Zapfen und Wangen parallel zur Faser beansprucht werden.

Abb. 17
Kurbelwelle mit ungünstigem Faserverlauf
Die Welle ist nicht gebogen, sondern die Hübe sind ausgestochen. Die Faserrichtung geht nur im Zapfen gleichlaufend mit der Oberfläche, in der Wange quer dazu. Gerade an dem am stärksten beanspruchten Übergang von der Wange zum Zapfen wird der Werkstoff quer zur Faser beansprucht und läuft Gefahr, vorzeitig durch Ermüdungsbruch zerstört zu werden.

dermaßnahmen Abhilfe schaffen könnten, Abb. 14 und 15 (Textbl. 16). Der Werkstoffmann soll wissen, wie der Lieferant ein wichtiges Stück, z. B. eine Kurbelwelle, schmiedet, um beurteilen zu können, ob die zu stellenden Anforderungen an guten Faserverlauf erfüllt sind, Abb. 16 und 17; er soll frühzeitig Verbesserungsvorschläge machen können, falls er glaubt, daß die Herstellungsart den Voraussetzungen der Konstruktion noch nicht gerecht wird. Dem Hersteller wird es manchmal zunächst nicht angenehm sein, dem Kunden einen tieferen Einblick in seine Arbeitsverfahren zu geben; er wird aber doch bald den Vorteil einsehen, der auch für ihn dadurch entspringt, daß er die Ansprüche des Kunden genau kennen und befriedigen lernt und die durch enge Zusammenarbeit gemachten Erfahrungen auch bei andern Lieferungen nutzbringend verwerten kann.

Eine sehr wichtige Aufgabe für den Werkstoffmann ist auch die Überwachung der richtigen Wärmebehandlung im eigenen Betrieb und auch bei den Lieferanten. Je mehr höchstwertige Werkstoffe verwendet werden, um so verwickelter werden auch die thermischen Behandlungsverfahren, je mehr man an die Grenzen der Festigkeit geht, um so genauer müssen die erforderlichen Temperaturen eingehalten werden. Gerade hier kann durch unrichtige Behandlung sehr viel Schaden entstehen, zumal diese Vorgänge meist an schon weit vorgearbeiteten Stücken ausgeführt werden müssen.

Auch nach Fertigstellung des Neuentwurfs in der Werkstatt ist häufig bei der eigentlichen Betriebserprobung noch die Mitarbeit des Werkstoffkundigen erforderlich. Trotz aller vorher aufgewandten Sorgfalt stellt sich hier und da immer noch ein Teil heraus, der den Ansprüchen nicht gewachsen ist. Hier muß eine sorgfältige Prüfung einsetzen, ob etwa ein Werkstoff- oder Herstellungsfehler in dem betreffenden Teil vorliegt oder die Beanspruchung zu hoch ist; oft kann durch Wahl eines höherwertigen Werkstoffs oder richtigerer Verarbeitung der Fehler behoben werden, mitunter muß jedoch auch eine Ko[illegible]tionsänderung eintreten.

In den vorstehenden Betrachtungen konnte nu[illegible] kurz angedeutet werden, wie etwa die technische G[illegible] schaftsarbeit zwischen Konstrukteur, Betriebsman[illegible] Werkstoffprüfer sich vollziehen soll. Je nach de[illegible] zeugnis, mit dem der Leichtbau sich beschäftigt, k[illegible] besondere Einzelheiten in Frage. Grundlegend bleib[illegible] die Forderung, alle Kräfte zusammenzuschließen [illegible] ständiger Verbindung zu halten, damit die Erfah[illegible] und Gedanken aller beteiligten Stellen ausgewerte[illegible] den können. Hierbei muß auch das rein Menschlic[illegible] rücksichtigt werden. Erstes Erfordernis ist unbe[illegible] Vertrauen aller Mitarbeiter zueinander. Eine g[illegible] Selbstkritik und das Bewußtsein, daß der einzelne [illegible] alles beherrschen kann, die Erkenntnis der eigenen [illegible] zen, wird dazu führen, möglichst oft den Rat des [illegible] einzuholen und seine Sondererfahrungen auszuwerte[illegible] wenn alle sachlichen und persönlichen Fähigkeiten [illegible] meinsamer, selbstloser Arbeit zusammengeführt w[illegible] kann die technische Leistung auf die Höhe gebrach[illegible] den, die alle Möglichkeiten der Konstruktion und des [illegible] stoffes erschöpft.

Es wäre zu wünschen, daß auch an unsern [illegible] schulen in der Ausbildung der jungen Ingenieur[illegible] neuen Erfordernissen des Leichtbaues Rechnung ge[illegible] würde, auf den sich unter dem Druck der wirtschaf[illegible] Notwendigkeiten ein großer Teil des Maschinenbau[illegible] mählich umstellen muß. Der experimentelle Teil de[illegible] bildung bedarf einer erheblichen Förderung, die [illegible] mit einfachsten Versuchsmitteln grundlegende Frag[illegible] klären, sollte mehr gelehrt, der technologische Unt[illegible] weiter ausgebaut und die Fühlung mit der Praxis [illegible] gepflegt werden. Weiterhin sollte der Ausbildung [illegible] dem Ingenieur einen umfassenderen Überblick über a[illegible] biete der Technik mitgeben und weniger Sonderv[illegible] da er sonst Gefahr läuft, in einseitigem Spezialis[illegible] die großen Zusammenhänge zu verlieren und die [illegible] keit, sich auf die rasch wechselnden Anforderung[illegible] der Entwicklung technischer Aufgaben umzustelle[illegible]
[B [illegible]

Prüfung von Fahrzeugfedern

Von Dr.-Ing. G. Gerber, Düsseldorf

Verknüpfung des technischen Fortschrittes mit der Kenntnis der Werkstoffeigenschaften — Feststellung der Ermüdungsbeständigkeit, Einteilung der Prüfmaschinen für dynamische Belastung — Anforderungen der Reichsbahn — Wirkungsweise, Konstruktion und Verwendung einer Federprüfmaschine

euerer Zeit hat sich bei der Prüfung von Werkffen insofern ein Wandel vollzogen, als bei der ysikalischen Untersuchung des Werkstoffes die Beıchung mit ruhender Last (statischer Versuch) als genügend erachtet wird. Die Erfahrung hat gedaß der Werkstoff des öfteren auch dann den gen Anforderungen nicht gewachsen war, wenn seine eine (statische) Festigkeit als ausreichend angewurde. Die Erklärung dieser Erscheinung mit zuhen Beanspruchungen, die in der Eigenart des Bes liegen, konnte auf die Dauer nicht befriedigen. Es en wünschenswert, solche zusätzlichen Beanungen im voraus ihrer Größe und Wirkung nach kennen und vorbeugend in Rechnung zu stellen. versuche, bei denen der Werkstoff einer ständig elnden Belastung unterworfen wurde (dynamische che) ergaben, daß schon ganz geringe Oberflächendigungen, Veränderungen der chemischen Zusamtzung an einzelnen Stellen, Ungleichmäßigkeit des es, nichtmetallische Einschlüsse, Randblasenseigeu. ä. die Festigkeit wesentlich zu beeinflussen veren; aber außerdem hat sich gezeigt, daß die Dauerpruchung selbst vollkommen einwandfreie Werkso angreift, daß deren Eigenschaften sich erheblich n — der Werkstoff ermüdet. Solche Dauerbeanhungen treten im Maschinenbau ständig durch Ererungen, Resonanzschwingungen und dergl. auch vollt auf.

ls Folge dieser Erkenntnis sind in den letzten ı Prüfmaschinen für dynamische Beanspruchung kelt worden, die sich allgemein in zwei Gruppen lassen: Die erste dieser Gruppen befaßt sich mit rüfung von Werkstoffen bezüglich ihrer Beständ gegen Ermüdung durch möglichst vielseitige ische Dauerbelastungen. Es handelt sich dabei um legende Versuche, deren Wichtigkeit besonders dort cheinung tritt, wo der Werkstoff einer kalten Verıng unterworfen wird. In zahlreichen Fällen jedoch eine die Struktur beeinflussende Behandes Werkstoffes während und nach der Verformung ge. Hier setzt das Verwendungsgebiet der zweiten e von Prüfmaschinen ein. Sie suchen den in der ichkeit auftretenden Belastungsverhältnissen mögnahe zu kommen und auf diese Weise im dynami-Dauerversuch die Geeignetheit nicht nur des Werk-, sondern ganzer Konstruktionsteile festzustellen. verständlich kann es sich dabei immer nur um Teile handeln, bei denen die Häufigkeit der Verng den Aufwand an Kosten rechtfertigt. Ein kennendes Beispiel dieser Art bilden die Maschinen zur ıg von Fahrzeugfedern.

kanntlich hat die Reichsbahngesellschaft für die r verwendeten Lokomotiv- und Wagenfedern nicht ie Abmessungen vorgeschrieben, sondern auch Anweisungen erlassen, nach denen die Federn zu sind. Einer eingehenden technologischen Prüfung erkstoffes folgt die physikalisch-mechanische; sie in einer dynamischen Versuchsreihe, der jede einFeder unterzogen werden muß.

ch der Vorschrift muß das federharte Versuchsunter einer Presse zunächst einmal gerade ge-, Abb. 1 bis 4, entlastet und die Pfeilhöhe gemessen ı. Sodann ist die Probe unter einer Federprüfne 60mal in etwa 1 min bis zur wagerechten Lage udrücken, wobei keine bleibende Änderung der he eintreten darf. Das Schlagmoment ist hierbei ıessen, daß sowohl die für die jeweilige Federvorgesehene Höchstprüflast als auch die dafür anne Pfeilhöhe erreicht wird, wobei jedoch jeder Hub er annähernd gänzlichen Entlastung der Feder führen soll. Unelastische Schläge sind zu vermeiden. Außerdem dürfen weder Feder noch Bund zum Aufsetzen auf die Unterlage kommen. Die Auflagevorrichtung für die Enden des Federblattes muß daher beweglich und so beschaffen sein, daß das Federblatt während des Versuches ohne Reibung aufliegt. Die Prüfmaschine muß eine Hubablese- und eine Schreibvorrichtung haben, die die Durchbiegung der Feder im Verhältnis zur Belastung aufzeichnet.

RZ715Z1÷4

Abb. 1 bis 4
Wagenfedern mit verschieden geformten Bunden und ohne Bund auf Rollböcken gelagert in unbelastetem und gestrecktem Zustand

Die Reichsbahngesellschaft verlangt, daß der Erzeuger während der Fertigung sämtliche Federn nach den gegebenen Richtlinien prüft; sie überprüft durch ihre Abnahmebeamten 5 vH der gefertigten Federn vor der Lieferungsannahme an der Erzeugungsstätte mittels Einrichtungen des Erzeugers. Auf diese Weise ist der Erzeuger gezwungen, sich eine Maschine anzuschaffen, mit der eine Prüfung nach den gegebenen Richtlinien durchführbar ist.

Die Anforderungen, die an eine solche Maschine zu stellen sind, gehen aus den Vorschriften selbst hervor. Es ist jedoch zu beachten, daß die gestellten Bedingungen Mindestforderungen sind, die jederzeit eine Erweiterung erfahren können, und daß, veranlaßt durch das Beispiel der Reichsbahn, auch die Privatindustrie die für den Wagenbau verwendeten Federn gleichen oder zum Teil noch schärferen Prüfungen unterzieht. Eine der Prüfung von Wagenfedern dienende Maschine muß also innerhalb gewisser Grenzen eine Universalmaschine sein, weil die Hersteller von Lokomotiven- und Wagenfedern sehr häufig auch Kraftwagen- und sonstige Fahrzeugfabriken beliefern werden.

Der Grundsatz, nach dem eine solche Federprüfmaschine arbeitet, sei zunächst an einer schematischen Darstellung, Abb. 5, erläutert. Die zu prüfende Feder *a*

Abb. 5
Schema einer Federprüfmaschine

a Feder
b Prüftisch (Einspannkörper)
c Meßdose
d zweiter Einspannkörper
e Kraftspindel
f Schneckengetriebe
g Riemenantrieb
h Antrieb
i Führung
k Vorgelege
l, *m* Kurbeltrieb
n Kulissenstein
o Hubstange
p Gelenkhebel
q Schraubenspindel
r Handrad
s Gelenk
t Kulissenführung

ruht auf einem als Einspannkörper ausgebildeten Prüftisch *b*, der an der Kolbenstange des Kolbens einer die Kraftmeßeinrichtung darstellenden Druckflüssigkeits-Meßdose *c* aufgehängt ist. Der zweite Einspannkörper *d* ist durch eine Kraftspindel *e* unter Vermittlung eines Schneckengetriebes *f* von einer Antriebvorrichtung *h* aus bewegbar. Die Kraftspindel *e* hat eine Führung *i*, längs der der Einspannkörper *d* mittels einer Hubvorrichtung auf und nieder verschoben werden kann; die Bewegung wird ebenfalls von der Antriebvorrichtung *h* aus bewirkt, und zwar mittels des Riemenantriebes *g*, eines Vorgeleges *k*, eines auf einen Kulissenstein *n* einwirkenden Kurbelbetriebes *l*, *m*, einer Hubstange *o* und eines Gelenkhebels *p*. Der Kulissenstein *n* läßt sich durch eine Schraubenspindel *q* mittels des Handrades *r* in der um ein feststehendes Gelenk *s* schwenkbaren Kulissenführung *t* verstellen, wodurch im Betrieb eine Änderung des Kurbelgetriebes *l*, *m* und damit auch des Hubes des Einspannkörpers *d* längs der Führung *i* erreicht werden kann.

Bei der ruhenden Belastung der Blattfeder *a* wird der Einspannkörper *d* durch die Kraftspindel *e* bewegt, während er bei der wechselnden Belastung der Blattfeder mitsamt der Führung *i* der Kraftspindel *e* verschoben wird. Die Antriebvorrichtung *h* bewirkt die ruhende Beanspruchung der Blattfeder mittels des Schneckengetriebes *f*, die wechselnde Beanspruchung mittels des Vorgeleges *k*, des Kurbelgetriebes *l*, *m* und des Gestänges *o*, *p*. Damit aber diese Wechselbewegung während des Betriebes geändert werden kann, ist zwischen das Kurbelgetriebe und das Gestänge die Kulissensteuerung *n*, *q* eingeschaltet.

Die zu untersuchende Feder kann also sowohl einer ruhenden, als auch einer zusätzlichen Wechselbelastung unterworfen werden, wobei beide Belastungen durch ein- und denselben Einspannkörper übertragen werden, während der zweite Einspannkörper die Übertragung der Kräfte auf die Meßeinrichtung bewirkt. Abb. 6 und 7

Abb. 7
Federprüfmaschin
Abb. 6, von recht
gesehen

b Schwungrad
c Biegetisch
e Druckkopf
h Handrad zur Veränderung des Druckkopfweges
k Hebel zum Heben und Senken des Druckkopf
l Entlastungsvorrichtung den Biegetisch

zeigen Vorder- und Seitenansicht einer Fed maschine in konstruktiver Durchbildung. Der Stän zweiteilig und so kräftig gehalten, daß er die wir Kräfte aufzunehmen vermag. Seitlich mit dem

Abb. 6
Federprüfmas
Vorderansi

a Antriebmotor
b Schwungrad
c Biegetisch
d Pendelböcke
e Druckkopf
f Druckspindel
g Handrad zum ten von Leerl Arbeitslauf
h Handrad zur rung des Dr weges
i Meß- und Schr

Abb. 8
…durch Leerlaufvorrichtung und Kurbeltrieb

verschraubt ist die Grundplatte für den Antriebmotor.

Der Antriebmotor ist mit einer Riemenscheibe gekuppelt, die gleich dem Motor 960 Uml./min macht. Von dieser Riemenscheibe aus wird die Drehbewegung im Übersetzungsverhältnis von etwa 4 : 1 auf das Schwungrad übertragen. Der Riemen liegt durch eine Spannrolle fest an. Über die Welle des Schwungrades schiebt sich eine Hülse, die an dem einen Ende einen Ritzel trägt, während sie am anderen Ende mit einer Schraubenband-Reibkupplung ausgerüstet ist, Abb. 8. Ein Handrad betätigt die Mitnahme des Ritzels über die Kupplung. Bei Bewegung dieses Handrades wird die Kupplung zunächst gelüftet. Ein Weiter… bewirkt gleichzeitig das Anziehen einer Backen… wodurch die Maschine stillgesetzt wird.

…s Ritzel hat zum Zwecke einer möglichst geräusch…bertragung der Bewegung Schrägverzahnung. Es …e Drehbewegung im Verhältnis 4 : 1 auf ein Zahn…r, das auf der Kurbelwelle sitzt. Zahnrad und … laufen in Öl. Von der Kurbelwelle aus wird die …ng auf eine einseitig drehbar gelagerte Schwinge …gen, die einen mit Hilfe einer Spindel bewegbaren …opf hat, Abb. 9. Der Kreuzkopf wird durch ein …d verschoben. Er kann bis in den Drehpunkt der …ge gezogen werden und macht dann nur noch eine …vegung, aber keine lineare Bewegung mehr. Die … Stellung des Kreuzkopfes nach rechts gestattet …uf- und abgehenden Ausschlag von etwa 200 mm. …n Kreuzkopf ist durch ein Gestänge eine gleich… Wippe verbunden. Diese trägt an ihrem andern …ie Druckspindel, an der wiederum der Druckkopf …hraubt ist. Infolgedessen bewegt sich auch der …opf mit einem durch den Kreuzkopf einstellbaren …ag von 0 bis 200 mm auf und ab. Die wirksame Be… des Druckkopfes wird von dem unten an der Druck… angreifenden Schneckengetriebe abgeleitet, das der …iber ein Wendegetriebe, Abb. 10, antreibt.

…nnach dreht die Schnecke *f*, Abb. 10, das am Ende …uckspindel befindliche Schneckenrad, Schnecken… *n*, Abb. 9, wodurch der Druckkopf gehoben oder … wird. Der Druckkopf wird durch einen Hebel *k*, … eingestellt. Eine Abwärtsbewegung bedeutet Senken, eine Aufwärtsbewegung Heben des Druckkopfes. Beide Bewegungen, sowohl Heben als auch Senken des Druckkopfes, können während des dynamischen Prüfvorganges ausgeführt werden, so daß die dynamische Prüfung je nach Bedarf mit mehr oder weniger großer Vorspannung erfolgt.

… Wendegetriebe zwischen Antriebmotor und Schnecke
…, *c*, *d* Kegelräder *e* Kupplungsscheibe *f* Schnecke

Abb. 9
Längsschnitt durch die Federprüfmaschine, Abb. 6
(Schnitt A—B, von rechts gesehen)

c Biegetisch
e Druckkopf
f Druckspindel
l Entlastungsvorrichtung für den Biegetisch
m Meßdose
n Schneckengetriebe zum Verstellen des Druckkopfes
o Schwinge
p Kulissenstein
q Wippe zum Auf- und Abwärtsbewegen der Druckspindel *f*

Von der Vorderseite aus wird die Maschine in Betrieb gesetzt und angehalten, der Hub geregelt, der Druckkopf gehoben oder gesenkt. Der Übergang von einer Art der Prüfung auf eine andere bedarf keiner weiteren Vorbereitung, so daß der Bedienungsmann weder die Meßgeräte noch die Probe aus dem Auge zu lassen braucht. Von der gleichen Seite aus werden auch die Federn auf den Biegetisch aufgebracht und befestigt.

Der Biegetisch ist wie die ganze Konstruktion kräftig gehalten und durch zwei Paare von Rollen geführt, um Ausweichen nach rechts und links, vorn und hinten zu verhindern. In der Längsrichtung ist der Tisch mit einer drehbaren Spindel versehen, mit denen die Pendelböcke, an denen die Feder aufgehängt wird, bewegt werden können. Zur Feststellung der Neigung des Gehänges sind die Gehängebolzen jedes Pendelbockes mit einer besonderen Anzeigevorrichtung ausgerüstet, Abb. 6 und 11. Abb. 1 bis 4 zeigten bereits, daß man an Stelle der Pendelböcke auch Rollböcke verwenden kann, deren Ausgestaltung sich danach richtet, ob man Federn mit oder ohne Bund prüft. Bei der Prüfung von Puffer- oder ähnlichen Federn werden

Abb. 11. Pendelbockaufhängung mit Streckwinkel-Anzeigevorrichtung

die Böcke abgenommen oder in ihre Endstellung verfahren. Abb. 12 bis 15 geben einige besondere Anwendungsbeispiele.

Der Biegetisch ist an einer Meßdose aufgehängt, Abb. 5 bis 9. Der Druck wird durch ein Manometer angezeigt und durch ein Schreibgerät aufgezeichnet. Damit jedoch die Meßeinrichtung bei Nichtgebrauch entlastet werden kann, sind Platten angeordnet, die zwischen den Biegetisch und einen Ansatz am Ständer eingeschwenkt werden können, um den Biegetisch gegen den Ständer abzustützen, so daß keine Kraftübertragung auf die Meßgeräte mehr stattfindet und diese geschont werden.

Abb. 16 zeigt die Maschine in Arbeitstellung. Nach dem Einlegen der Feder wird mittels des rechts sichtbaren Handrades der Druckkopf in Ruhestellung gebracht, so daß keine Hubbewegung erfolgt. Durch Herabdrücken des neben dem Handrade sichtbaren Hebels wird nunmehr der Druckkopf langsam gesenkt, bis die vorgeschriebene Streckung der Feder eingetreten ist. Die Größe des dazu erford Druckes kann an dem Manometer, die Winkelstel Gehänges an den Aufhängeböcken abgelesen Nachdem der Druckkopf durch entsprechende H lung wieder aufwärts bewegt worden ist, kan Drehen des rechten Handrades die Größe des Hu gestellt werden, mit dem die Feder etwa 1 m (60 Hübe) geprüft wird.

Abb. 16. Federprüfmaschine in Arbeitstellung

Der dynamische Bewegungsprüfvorgang wir das linke Handrad eingeschaltet. Damit sich der kopf bei seiner Abwärtsbewegung nicht an der Spindelfassung festklemmen kann, ist eine elektris rückung angebracht, mit der der Druckkopf in j liebigen Höhe festzustellen ist. Zur jederzeitige prüfung des Gebrauchsmanometers ist ein Prüfm und ferner ein weiteres Manometer angebracht Höchstbelastung, die dem zehnten Teil der für treffende Maschine vorgesehenen Höchstbelastu spricht, um auch für kleine Drücke eine gut a Kraftanzeige zu haben. Abb. 16 zeigt eine F maschine für 20 t Druck. Die üblichen Bauarten u einen Druckbereich von 5, 10, 20 und 30 t, es steh einer Erweiterung auf noch höhere Drücke nic gegen. [

Abb. 12 bis 15
Prüfstücke für eine Federnprüfmaschine

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Heft 44 folgt als Fachheft „Werkstofftagung II" mit Beiträgen über Normung, Gle und Reißwiderstand sowie Eisen und Stahl, Nichteisenmetalle und Isolierstof als Werkstoffe der Elektrotechnik

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW

ITSCHRIFT DES VEREINES EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
1 SONNABEND, 29. OKTOBER 1927 NR. 44

Werkstofftagung II

Zehn Jahre deutscher Normung

Von W. Hellmich, Berlin

ründung des Normenausschusses und Wesensinhalt der deutschen Normung — Organisation und Grundsätze der Normungsarbeit — Übersicht über das Geschaffene

Gründung und Wesensart

e Tatsache des zehnjährigen Bestehens einer Körperschaft ist an sich nicht von wesentlicher Bedeutung, und ebensowenig kann die Entwicklung, die Einrichtung und Zubehör während dieser Zeit gen hat, Anspruch auf allgemeine Beachtung erheben. Dinge gehören sozusagen ins Hausarchiv. Insoer eine Körperschaft der sichtbare organisatoriusdruck einer geistigen Bewegung ist, die auf eine richtige Seite der Betätigung eines Volkes maßen Einfluß gewonnen hat, können aus einer rückenden Betrachtung gerade der ersten Jahre ihres ens wertvolle Aufschlüsse über Vergangenes und nftiges gewonnen werden.

stige Bewegungen mit lebendiger Auswirkung en nicht über Nacht; unbemerkt bereitet sich ihr len vor, bis er reif wird, dem Keim die Wurzel ocken. In fast instinktiver Vorahnung der kom- Dinge hatte der Verein deutscher Ingec in seiner Hauptversammlung im Jahre 1913 das „Wissenschaftliche Betriebsführung" zur Erörteit amerikanischen Fachgenossen gestellt. In der rsammlung des Vereines deutscher Ingenieure im 914 behandelte Fr. Neuhaus, der spätere Präles Deutschen Normenausschusses, in einem Vorn Vereinheitlichungsgedanken in der deutschen enindustrie und gab einen Überblick über die in bekannten technischen Maß- und Liefernormen. folg der dort vorgetragenen Gedanken errichtete ein deutscher Ingenieure in seinem Lesesaal eine stelle für Werknormen. Noch fehlte aber der An- den halberwachten Trieb zu lebenskräftiger Be- emporriß.

Weltkrieg kam, und jäh versank fast alles, was in die Geister beschäftigt hatte, in Bedeutungst. Auch die Auslagestelle für Werknormen beim deutscher Ingenieure geriet in Vergessenheit.

länger sich die Entscheidung durch die Waffen og, desto mehr wurde klar, daß sie nicht mehr im von Mann gegen Mann, sondern von Maschine zu e ausgefochten werden mußte. Damit wurde die in in ihrer Bedeutung für den Krieg arg ver- Technik vor immer gewaltigere Aufgaben gestellt ließlich durch das Hindenburgprogramm zu einer cht dagewesenen Kraftanstrengung gezwungen, für leider auch nur im entferntesten vorbereitet

ist eigenartig, daß die verantwortlichen Stellen, Struktur und Ausbildung des Heeres die Grundr Vereinheitlichung für die Zwecke der Massen- bis fast zur äußersten Grenze angewandt diese Grundsätze für die Kriegsvorbereitung hanischen Heeresausrüstung während des Frieitgehend vernachlässigt haben. Die Gerechtigkeit erfordert, anzuerkennen, daß die maßgebenden Stellen während des Krieges, die an jener Vernachlässigung wohl kaum noch schuldig waren, entschlossen handelten, um nachzuholen, was noch zu erreichen war. In Spandau wurde ein Betriebsbureau für die gesamte Heeresausrüstung geschaffen, das „Fabrikationsbüro" (Fabo), dessen Leiter, Oberingenieur Schächterle, sofort die Notwendigkeit einer großzügigen und planmäßigen Vereinheitlichung für die Rüstungsindustrie erkannte und unverzüglich die notwendigen Vorarbeiten einleitete. Leider nahm der Tod nur allzufrüh diesem genialen, zähen und unermüdlich schaffenden Mann die Zügel aus der Hand. Schächterles Tatkraft legte den Grundstein für die deutsche Normung. Seiner sollte die deutsche Technik und Industrie stets dankbar gedenken, aber auch jener Männer, die Schächterle Zugang und Vollmacht zu seinem Wirken verschafften: Professor Romberg und Baurat Haier.

Schächterles Denken ging über die Not des Tages hinaus; er fühlte, daß behördlich gebundene Kräfte allein für seinen Plan keinen hinreichend tragfähigen Boden abgeben können; er suchte daher Anschluß an den Verein deutscher Ingenieure, der in Verfolg der bei ihm schon früher eingeleiteten Vorarbeiten gern zunächst die Patenschaft übernahm und durch Hergabe von 50 000 ℳ die Anlaufzeit geldlich sicherte. Am 18. Mai 1917 entstand der Normenausschuß für den allgemeinen Maschinenbau.

Schon in den nächsten Monaten griffen die Arbeiten über den engeren Rahmen dieses Fachgebietes hinaus, und so erwies sich bald die Notwendigkeit, eine das gesamte industrielle Gebiet umfassende Organisation für die Normung zu schaffen. Am 22. Dezember 1917 wurde der Normenausschuß der deutschen Industrie gegründet; aus den VDI-Normen wurden deutsche Industrienormen, deren Kennzeichen DIN noch heute besteht, obwohl inzwischen die Ausdehnung der Normung auf alle Gebiete des gewerblichen Lebens in der Bezeichnung „Deutscher Normenausschuß" ihren Ausdruck gefunden hat.

Was ist nun das Bemerkenswerte an dieser Entwicklung? Gemeinhin stellt man sich heute unter Normung Bestrebungen vor, die im wesentlichen auf dem Gebiete der Güterherstellung und -verteilung wirksam sind. Aber auch hier kann sie auf ein recht hohes Alter zurückblicken, selbst wenn man den Begriff soweit einengt, daß er nur die bewußte Vereinheitlichung der Formen und Eigenschaften der industriellen Bauelemente deckt. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts schuf Sir Joseph Whitworth ein Gewindesystem, das bis heute seinen Platz behauptet hat. In gut geleiteten Betrieben waren längst vor dem Kriege umfangreiche Werknormen im Gebrauch, und in den technisch-wissenschaftlichen Vereinen, wie dem Verein deutscher Ingenieure, dem Verband deut-

scher Elektrotechniker und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, waren von jeher die Arbeiten zur Schaffung von Normalien und technischen Lieferbedingungen wichtige Gebiete der Vereinstätigkeit. Einige Fachgebiete hatten schon besondere Normenstellen, z. B. der Schiffbau im Handelsschiffs-Normenausschuß, der Automobilbau in der Verkehrsprüfungskommission u. a. m. Neu war bestenfalls die Änderung der Bezeichnung „Normalie" in „Norm", abgeleitet von norma wie Form von forma.

Und doch zeigte die durch den Normenausschuß eingeleitete Bewegung ein neuartiges und vordem noch nicht wahrgenommenes Gesicht. Sie kann mit wenigen Worten vielleicht als planmäßige Zusammenfassung der Vereinheitlichungsarbeit im Sinne nationaler Wirtschaftsauffassung gekennzeichnet werden, die internationaler Verständigung keineswegs widerstrebt. In ihrer inneren Bedeutung kann sie aber nur aus dem Geist der Entstehungszeit begriffen werden.

Der Weltkrieg hatte die nationale industrielle Erzeugung dem Willen eines Bestellers untergeordnet. Der Macht dieses Willens gesellte sich das durch die nationale Not allen Volkskreisen aufgezwungene Gefühl der gegenseitigen Verbundenheit. Unter der Wirkung dieser Antriebe überwand das Denken in volkwirtschaftlichen Zusammenhängen die Hemmungen eigenwirtschaftlicher und eigenwilliger Engherzigkeit. Es brach technisch-wirtschaftlicher Erkenntnis, die an sich nur aus sachlicher Überlegung erwächst und eigennütziger Willkür widerstrebt, freie Bahn. Zum erstenmal vielleicht wurde die nationale Wirtschaft wenigstens in ihrer industriellen Gestalt als Einheit äußerlich wahrnehmbar, und die Gedankengänge, die für das Leben der industriellen Zelle maßgebend waren, wurden für die Gesamtheit der Wirtschaft wirksam.

Für den Ingenieur war es eine Zeit wichtigen Erlebens, in der sein Denken und sein Gefühl für saubere wirtschaftliche Ordnung maßgebenden Einfluß gewann, in der er Hand anlegen konnte, um die teils aus technischer und wirtschaftlicher Willkür, teils auch aus stürmischer Entwicklung herrührende Verwilderung zu beseitigen. Es war wie ein tiefes Atemholen, diese Besinnung auf ein vernünftiges Denken in der nationalen Güterherstellung, diese erwachende Erkenntnis der Schäden rücksichtslosen Draufloswirtschaftens. Worte, wie Gemeinschaftsarbeit, Arbeitsgemeinschaft u. dergl. erhielten, wenigstens in technisch-industrieller Hinsicht, neuen Klang und neue Bedeutung, durch ihren materiellen Inhalt vielleicht verdeckt, aber im tiefsten Kern doch Ausdruck des Bewußtseins erhöhten Verantwortungsgefühls des im engen Umkreis eigenen Nutzen Schaffenden für die Gesamtheit des Volkes.

Mag sein, daß seitdem manches von dem damals wirksamen Antrieb verblaßt ist: Die deutsche Technik machte mit der Gründung des Normenausschusses der deutschen Industrie den entscheidenden Schritt vom Eigensinn zum Gemeinsinn; sie befreite ihre Aufgaben von der Einengung auf den Einzelzweck und stellte sie in die Zusammenhänge des Gesamtwohles. Die deutsche Normung ist der erste greifbare Ausdruck dieses Gesinnungswechsels, und es heißt, ihren geistigen Inhalt nicht ausschöpfen, wenn man sie lediglich unter dem Gesichtswinkel der seitdem nur allzu laut betonten Rationalisierung sieht, in ihr nur einen Ausdruck nüchternen Wirtschaftlichkeitsstrebens erblickt.

Es war nicht allein die ratio, die Vernunft, die das Denken der Kreise beherrschte, von denen die Normung in ihren Anfängen getragen wurde. Wer jene Zeiten innerlich miterlebt hat, weiß, das damals Antriebe lebendig wurden, deren Untergrund nicht im exakten rationellen Denken, sondern in der Empfindungswelt des unwägbaren und unmeßbaren Instinktes zu suchen sind. Weniger erkennbar wurde dieser Zusammenhang an denen, die Neigung oder Zufall unmittelbar in die Normungsarbeit führte, als an denen, die der Normung heftigen und aufrichtigen Widerstand entgegensetzten, die sich innerlich dagegen auflehnten, daß ein übergeordnetes Plichtgebot ihrer persönlichen Freiheit Grenzen ziehen sollte.

Die Normung wurde in ihren Anfängen [d]
nicht in erster Linie von Männern an führender S[telle des]
Wirtschaftslebens getragen, — die wenigen Aus[nahmen]
Dihlmann, Huhn, Jordan, Köttgen[,]
part, Neuhaus, Seiffert, Vögler un[d]
mehr, sind um so bemerkenswerter, — sondern
genieuren in mittleren Stellungen.

Wer diese Männer fragt, was sie dazu tri[eb,]
Mußestunden jahrelang für die Normung zu opfe[rn,]
jedes Entgelt, ja bisweilen unter Beeinträchtigu[ng]
Fortkommens, der erhält zur Antwort: Die F[reude]
an Klarheit und Wahrheit. Und dahe[r]
deutsche Normung ein Ingenieurwerk im [...]
Sinne, getragen von dem Geist, der schafft, ni[cht weil]
er soll, sondern weil er muß, weil hinter ihm d[...]
steht, der von Unordnung zur Ordnung, von Will[kür zur]
Gebundenheit, von der Zufälligkeit zum Geset[z ...]
Dieser Geist ist der deutschen Normung bester [...]
band die Beteiligten zu einer Gewissensge[mein-]
schaft, die nicht in der nur allzu unzulänglich[...]
wurzelte, sondern in Urtrieben, die ihre Begrün[dung in]
sich selbst tragen.

Darum erscheint denen, die so empfinden, [die Nor-]
mung in ihrer lediglich äußerlichen Verknüpfung [mit der]
geistig einseitigen Rationalisierung in der öffentli[chen Er-]
örterung als Zerrbild. Der wahre Ingenieur lehn[t ...]
hinter denen keine seelischen Triebkräfte stehen[,]
Maß ab, in dem er sich klar darüber ist, daß [...]
Denken allein nicht an den Urgrund der Dinge [...]
gen vermag. Erst wenn die offen zutage liegen[de ...]
lichkeit der Normung, in zahllosen Leitaufsätzen [...]
lamentsreden gepriesen, nicht mehr allein ihre [...]
tigung begründet, sondern die ihr zugrunde li[egenden]
Triebkräfte unser Gemeinschaftsleben beherrsch[en, hat]
die Normung gesiegt.

Gegenüber dem Wesensinhalt der deutschen N[ormung]
tritt die äußere Gestalt ihrer

Organisation

stark in den Hintergrund.

In seiner formalen Konstruktion ist der [...]
Normenausschuß ein eingetragener Verein, desse[n Prä-]
dium der Vorstandsrat ist. In diesem Organ [...]
an der Normung beteiligten Zweige des Wir[tschafts-]
lebens durch ihre hervorragenden Persönlichkei[ten ver-]
treten. Ein engerer Ausschuß des Präsidiums bi[ldet den]
Vorstand, der den Verein nach außen vertritt. [...]
des Vereins kann jeder werden, der willig ist, [an der]
deutschen Normung mitzuarbeiten. Pflicht-Mit[gliedsbei-]
träge werden nicht erhoben. Die Mitgliederversa[mmlung]
stellt den Hauptausschuß dar, der das Präsid[ium in]
regelmäßigem Wechsel wählt.

Der Vereinscharakter des im Deutschen Nor[menaus-]
schuß vollzogenen Zusammenschlusses dient ledig[lich der]
Begründung rechtlicher und geschäftlicher Ha[ndlungs-]
fähigkeit. Von der Satzung des Deutschen Nor[menaus-]
schusses her kann man daher keinen ausreichen[den und]
zutreffenden Einblick in seine eigentliche Arbe[it ...]
gewinnen. Für die deutsche Normungsarbeit ist [...]
kennzeichnend, daß sie sich nicht in vorgesch[riebenen]
und durch eine Satzung oder Geschäftsordnung f[estgeleg-]
ten Bahnen vollzieht. Gerade der Verzicht auf [...]
lastung mit formalen Bestimmungen und dem [...]
vereinsmäßigen Beiwerk ist eine der wichtigste[n ...]
gungen dafür, daß die deutsche Normungsarbe[it ...]
bleibt, sich den vielgestaltigen Bedürfnissen de[s Wirt-]
schaftslebens immer wieder anzupassen, und vor [...]
rung bewahrt wird.

Es ist häufig, besonders aus dem Auslande, [...]
deutschen Normung außerordentliche Beachtung [...]
der Wunsch geäußert worden, ein Organisation[s...]
des Deutschen Normenausschusses zu erhalten, [...]
sein innerer Aufbau ersichtlich wäre. Eine Dar[stellung,]
die in dieser Hinsicht erschöpfende Auskunf[t geben]
könnte, oder aus der ein Organisationsrezept zu[...]
nen wäre, ist ebensowenig möglich, wie man eine[n leben-]
den Organismus durch ein systematisches Sche[ma er-]
reichend zu erläutern vermag. Die deutsche No[rmung]

ging den gesunden Weg natürlicher Entwicklung
it in organisatorischer Hinsicht auf diesem Wege
e Wandlungen durchgemacht, ohne bis heute einen
d erreicht zu haben, der eine exakte schematische
rgabe gestattet.

Grundsätze der Normungsarbeit

e deutsche Normungsarbeit regelt sich nicht nach
gen oder andern Festlegungen, sondern nach den
sätzen, die sich aus der Einsicht in das Wesen der
ng ergeben. Einige dieser Grundsätze, die die Ar-
eise des Deutschen Normenausschusses beherrschen,
ngeführt.

s gibt keine vereinzelte Norm; alle
en sind voneinander abhängig. Aus
einfachen Grundsatz ergibt sich ohne weiteres die
ntnis, daß sich die Vereinheitlichungsarbeit für
tionale Wirtschaft nur dann segensreich auswirken
wenn sie an einer Stelle zusammenfließt, und
kann es nur einen Deutschen Normenausschuß
Der Versuch, auf irgendeinem Gebiete des natio-
wirtschaftlichen Lebens mit der Normung unab-
vorzugehen, muß mit schweren nationalen Opfern
t werden.

ne glückliche Entwicklung hat es der deutschen
ng im wesentlichen erspart, solche Opfer zu for-
Die gesamte im deutschen Reich geleistete Nor-
arbeit konnte in verhältnismäßig kurzer Zeit im
hen Normenausschuß zusammengefaßt werden, weil
ßgebenden Männer auf den wichtigsten Fachgebie-
nsichtsvoll genug waren, ihre fachlichen Vereinheit-
gsarbeiten in den gemeinsamen Rahmen einzuglie-
Ganz besondere Anerkennung muß hier dem Ver-
de deutscher Elektrotechniker gezollt
n, dessen damaliger Generalsekretär Dettmar
men mit Baurat Dihlmann von den Siemens-
en sofort die Notwendigkeit engster Zusammen-
erkannte und trotz der schon seit Jahrzehnten in
Verband für die Elektrotechnik geleisteten Ver-
lichungsarbeit diese, soweit sie mit den übrigen
ebieten in Zusammenhang stand, in den Normen-
uß einbrachte. Ebenso hat der Verein deutscher
eure nicht gezögert, seine Normungsarbeit, die seit
Bestehen ein Kernstück seiner Vereinstätigkeit
lte, der nationalen Notwendigkeit unterzuordnen.
adurch, daß sich persönlicher und korporativer
iz nationaler Einsicht beugten, ist es gelungen,
wichtigen Gebiete der deutschen Technik eine ein-
he Entwicklung zu sichern, ein Vorgang, der bis-
hne Beispiel dasteht.

s Gelingen hing aber wesentlich davon ab, daß
er Normenausschuß davor hütete, in den Fehler
listischer Denkweise zu verfallen, sondern sich auf
Grundsatz föderalistischer Gleichbe-
tigung aufbaute und seine Einrichtungen nur
entwickelte, als sie zur einheitlichen Durchfüh-
der deutschen Vereinheitlichungsarbeit unbedingt
dig waren.

s Wesen des Deutschen Normenausschusses wird
am besten gekennzeichnet als ein Zweckver-
, in dem alle das Gleiche wollen und keiner das
wicht hat. Die für die Gemeinschaftsarbeit eines
Zweckverbandes erforderliche Disziplin darf und
ich lediglich nach den sachlichen Notwendigkeiten
, und niemals dürfen die Belange oder gar der
z einer Person oder eines Wirtschaftzweiges über-
en Einfluß gewinnen. Ebensowenig wie Gedanke
lanung des Deutschen Normenausschusses einem
ntsprang und ebensowenig wie der Verdienst an
Erfolgen einer Person oder Körperschaft zuge-
en werden kann, so wenig ist auch in ihm Platz
rtschaftliche oder persönliche Einflüsse.

e Abhängigkeit der Normen voneinander zwang,
icherung dagegen zu treffen, daß gegen dieses
gesetz der Normung nicht wesentlich verstoßen
Diesem Zweck dient die Normenprüfstelle,
wissermaßen das normentechnische Gewissen ver-
t. Sie hat dafür zu sorgen, daß die deutschen Normen in ihrer äußeren Erscheinung eine einheitliche Gestalt erhalten, und vor allem dafür, daß Widersprüche der Normen untereinander nach Möglichkeit nicht auftreten.

Die Bedeutung der Normenprüfstelle kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Ihre Unabhängigkeit und Selbständigkeit ist eine wichtige Vorbedingung für ihr einwandfreies Wirken. Die Mitglieder der Normenprüfstelle sind ehrenamtlich tätig und wählen sich ihren Vorsitzenden selbst; das Präsidium hat lediglich das Recht der Bestätigung. Der Vorsitzende der Normenprüfstelle nimmt an den Verhandlungen des Präsidiums, soweit diese Normenangelegenheiten betreffen, teil. Die Geschäftsführung der Normenprüfstelle wird von einem hauptamtlichen Bearbeiter wahrgenommen. Gegenüber der Geschäftstelle hat die Normenprüfstelle eine völlig selbständige Stellung, so daß der Einfluß der Geschäftstelle in der Normungsarbeit selbst nicht maßgebend werden kann.

Die Normenprüfstelle tritt in regelmäßigen Abständen zu Sitzungen zusammen, in der alle Normenentwürfe für die wichtigen Abschnitte ihrer Entwicklung in allen Einzelheiten durchberaten werden. Wer weiß, welche unendlich mühevolle Kleinarbeit dazu gehört, um diese Aufgaben zu erledigen, und sich dabei klar macht, daß die Arbeit ehrenamtlich geleistet wird, der wird seine Anerkennung und seinen Dank den Mitgliedern der Normenprüfstelle nicht vorenthalten können.

Ein weiterer wichtiger Grundsatz für die Normungsarbeit ist, daß eine lebensfähige Norm, die der Allgemeinheit nutzen soll, das Ergebnis des Ausgleichs technischer und wirtschaftlicher Tauglichkeit sein muß. Wenn einer der Faktoren gleich null ist, so hat auch das Produkt den Wert null. Hieraus folgt zunächst einmal, daß eine Norm in der Regel niemals technische Spitzenforderungen verwirklichen kann, sondern sich auf eine mittlere technische Tauglichkeit einstellen wird. Es nutzt nichts, ein Norm aufzustellen, die den höchsten Stand technischer Entwicklung wiedergibt, wenn diese Entwicklungsstufe wirtschaftlicher Brauchbarkeit vorgreift. Eine Norm ohne wirtschaftliche Verständigung kann technisch einwandfrei sein. Ihrer Wirksamkeit fehlt jedoch die wichtigste Voraussetzung, nämlich die Willigkeit zu ihrer Anwendung. Ja, in ihr liegt sogar die Gefahr, wenn sie auf diese Willigkeit verzichten und sich auf eine Macht, z. B. ein Monopol, stützen kann, daß sie zu einer Herrschaft gelangt, die volkswirtschaftlich als schädlich anzusehen ist.

Das Ergebnis einer solchen Denkweise ist z. B. die Aufstellung von Firmennormen, die den Kunden zwingen, die Ersatzteile nur von der die „Marke“ herstellenden Firma zu beziehen. Versuche, sich auf diese Weise das Ersatzteilgeschäft zu sichern, sind keineswegs selten, und die Hemmungen, die der allgemeinen Normung auf einzelnen Sondergebieten entgegenstanden und zum Teil noch entgegenstehen, sind hierauf zurückzuführen.

Eine wirtschaftliche Vereinbarung ist nur dann als vorhanden anzusehen, wenn die Zustimmung aller an der Norm beteiligten Kreise vorliegt, und daher ist es Grundsatz für die deutsche Normungsarbeit, daß die aus ihr hervorgehenden Normen stets das Ergebnis freiwilliger Gemeinschaftsarbeit der Erzeuger, der Verbraucher, des Handels, unter Mitwirkung der Behörden und der Wissenschaft sein müssen. Nach diesen Gesichtspunkten erfolgt die Zusammensetzung der Arbeitsausschüsse. Da solche, um arbeitsfähig zu bleiben, nur eine beschränkte Mitgliederzahl haben können, wird die Mitarbeit der übrigen gesamten Fachwelt in der Weise herbeigeführt, daß sämtliche Normenentwürfe. außer in der Zeitschrift „Maschinenbau“ dem Organ des Deutschen Normenausschusses, in den einschlägigen Fachzeitschriften veröffentlicht werden und der fachlichen Kritik eine Einspruchfrist von mehreren Wochen gelassen wird.

Die deutsche Normungsarbeit vollzieht sich also in voller Öffentlichkeit, und zwar nicht nur des Inlandes, sondern auch des Auslandes. Es bestanden anfänglich Bedenken dagegen, dem Ausland so weitgehenden Einblick in die deutschen Arbeiten zu gestatten. Die Entwicklung hat jedoch erwiesen, daß der vom Deutschen

Normenausschuß verfolgte Grundsatz, auch die Kritik des Auslandes herauszufordern, von außerordentlichem Nutzen ist. Die rücksichtslose Offenheit stärkte das Gefühl gegenseitigen Vertrauens und führte bereits in einer Zeit, in der die Politiker sich noch aufs heftigste befehdeten, zu einer fruchtbringenden sachlichen Zusammenarbeit mit ausländischen Normenausschüssen.

Wenn eine Norm das Ergebnis freiwilliger Vereinbarung sein soll, so ist es natürlich nicht angängig, sie durch Mehrheitsbeschlüsse ins Leben zu rufen. Das Beschlußverfahren ist daher in den Arbeitsausschüssen nicht üblich und hat bestenfalls die Bedeutung, ein Bild über die Lage der Meinungen zu erhalten. Die Vergewaltigung einer maßgebenden Minderheit ist völlig ungeeignet, um eine dauerhafte Norm zu erreichen.

Natürlich besteht für die Durchführung dieser Grundsätze, wie für alles, auch eine Grenze. Wenn z. B. eine Erzeugergruppe sich trotz dringender Bitten der Verbraucherschaft jeder Erörterung über die Schaffung oder Ausgestaltung einer Norm entzieht, so wäre es ein Unrecht gegen die Verbraucher, das Bedürfnis nach der von ihr gewünschten Norm aus diesem Grunde zu verneinen. Man ist vielmehr berechtigt, anzunehmen, daß die Erzeuger von ihrem Recht der Mitarbeit keinen Gebrauch machen und die Entscheidung in die Hände der Verbraucher legen wollen.

Ebenso darf eine fast abgeschlossene Norm nicht daran scheitern, daß sich vielleicht eine zufällige Minderheit aus sachlich nicht stichhaltigen Gründen gegen die Norm ausspricht. In solchen Fällen, die freilich zu den sehr seltenen Ausnahmen zählen, hat das Präsidium des Deutschen Normenausschusses die Verantwortung auf sich nehmen müssen, nach vorangegangener sorgfältiger Prüfung auch solchen Normen seine Billigung zu erteilen, die noch nicht die volle Zustimmung aller Kreise erfahren haben. In der Regel wird hierbei aber eine Form gewählt, die dies erkennen läßt, sei es, daß die Blätter den Aufdruck „Vornormen" erhalten, sei es, daß auf dem Normblatt diejenigen Kreise vermerkt werden, die bislang der Norm zugestimmt haben.

Ein wichtiger Grundsatz ist ferner aus dem so gekennzeichneten Wesen der deutschen Normung abzuleiten: daß die Normen **nicht von den Verwaltungsorganen** des Normenausschusses aufgestellt werden. Die Geschäftstelle hat lediglich die Aufgaben der äußeren Regie zu erfüllen. Der Nachweis, daß diese Beschränkung auch durchgeführt wird, ist ohne weiteres dadurch gegeben, daß sich trotz der raschen und starken Ausdehnung der deutschen Normung die Belegschaft der Geschäftstelle, seitdem sie überhaupt von hauptberuflich tätigen Ingenieuren verwaltet wird, im Laufe der Zeit nur unwesentlich verstärkt hat. Sie ist lediglich der treuhänderische Sachverwalter aller im Deutschen Normenausschuß zusammenarbeitenden Vereinheitlichungsstellen. In den ersten Anfängen des Normenausschusses wurden die Arbeiten der Geschäftstelle von ehrenamtlich tätigen Ingenieuren (**Brommer**, **Heilandt**, **Kienzle**, **Koch**, **Leifer**, **A. Maier**, **Porstmann**, **Wölfel**) verwaltet. Die Opferwilligkeit jener Männer ist so weit gegangen, daß sie oft bis in die Nachtstunden den einlaufenden Schriftwechsel erledigten und sogar aus eigener Tasche dazu beitrugen, um die allerersten Ausgaben zu decken.

Ebensowenig ist das Präsidium des Deutschen Normenausschusses, also seine oberste Spitze, mit der Aufstellung von Normen irgendwie befaßt. Seine Rechte beschränken sich vielmehr, abgesehen von der Entscheidung in wichtigen inneren Angelegenheiten, auf die Vollmacht, einer Norm das DIN-Zeichen zu verleihen und sie damit in das Normensammelwerk aufzunehmen; es prüft lediglich, ob die Norm in einwandfreier Weise zustandegekommen ist.

Von diesen Zusammenhängen aus gesehen, ist also der Deutsche Normenausschuß die **Ausgleichstelle für die deutsche Normung**, deren Teilhaber die selbständigen Normenausschüsse für die verschiedenen Fachgebiete sind. Diese Glieder, die fast durchweg den Namen „Fachnormenausschuß" führen, unterwerfen sich einer freiwilligen Beschränkung, indem sie die a meinsamer Erfahrung herausgebildeten Grundsät ihre eigene Arbeit maßgebend sein lassen und si gemeinsamen Einrichtungen, nämlich der Norme stelle und der Geschäftstelle bedienen. Sie erv durch ihren Beitritt zum Deutschen Normenaussch Anspruch, daß ihren Normen bei einwandfreier He das Kennzeichen der nationalen deutschen Normun verliehen wird.

Für die rein geschäftlichen Beziehungen zwisch Fachnormenausschüssen und dem Deutschen Norm schuß hat sich im Laufe der Zeit eine vertragliche herausgebildet, die mit mehr oder weniger Anpassu den Einzelfall gleichmäßig eingehalten wird. Ein ausgeglichener Zustand ist noch nicht erreicht; ins dere fehlt es noch an einer endgültigen Zusammenf der Normen des allgemeinen Maschinenbaues in Fachnormenausschuß, dessen ideelle Patenschaft der deutscher Ingenieure jedoch schon seit längerer Zeit nimmt, so daß es sich hierbei nur noch darum handelt mehr formalen Abschluß herbeizuführen. Einen gültigen Zustand wird das Gebilde des Deutschen N ausschusses aber nie erreichen. Immer wieder werde Bedürfnisse neue Formen zeitigen, und dieser V ständigen Hineinwachsens in neue Formen darf vi als Kennzeichen der inneren Beweglichkeit un passungsfähigkeit dieses organisatorisch in herkömm Formen nicht faßbaren Gebildes angesehen werden.

Die beiden Grundsätze, nämlich innere sachlich flechtung aller Normen und Ausgleich technische wirtschaftlicher Forderungen sind für den Aufbau u Arbeitsverfahren der deutschen Normung maßgebe wesen. Einem weiteren außerordentlich wichtigen satz begegnen wir bei der Überlegung, welcher bereich der Normung ohne Schaden für die technisch wicklung eingeräumt werden darf. Normung bedeut Bindung, d. h. nicht nur Einschränkung der Willkü dern der Freiheit des einzelnen überhaupt; sie grei in das für den menschlichen Fortschritt wichtigst empfindlichste Gebiet ein, und man muß sich darüb sein, daß sich die Normung in einer recht gefäh Zone bewegt.

Diese Erkenntnis ist im Normenausschuß i Grundsatz festgehalten, daß die Normung unter alle ständen die **technische Entwicklung** **lassen** muß. Sie beschränkt sich daher im wesen auf die Festlegung von Elementen, die technisch sow ausgereift angesehen werden können, daß nach m lichem Ermessen neue Lösungen in einem überse Zeitraum nicht zu erwarten sind. Im übrigen legt s schlußmaße fest, die neuen und mannigfaltigen Ko tionen hinreichend Raum lassen und diese nur binden, wie es die Auswechselbarkeit erfordert. Festlegung von Eigenschaften der Baustoffe beschrä sich auf Mindestforderungen, die den technischen der Herstellverfahren nicht hemmen.

Die Durchführung dieses Grundsatzes engt de kungsbereich der Normung außerordentlich ein, und vielleicht die wichtigste Aufgabe für die Leitung des schen Normenausschusses in seinen ersten zehn J diesen Grundsatz gerade gegen die treuesten Freun Normung zu verteidigen. Es mag widerspruchsv scheinen, aber es ist so, daß die negative Arbeit, n die Abwehr eines Normenfanatismus, die Leitung des schen Normenausschusses fast mehr in Anspruch als die positive Normungsarbeit. Nichts kann einer schaftlich so einschneidenden Bewegung mehr schad ihr ungezügeltes und kritikloses Auswuchern. Hie gibt es nur ein wirksames Mittel, nämlich, daß die ges nen Normen auf sich selbst gestellt werden. Sie im Wirtschaftsleben keine andre Stütze haben, als ihrer eigenen Güte herauswachsende Kraft. Dah der Deutsche Normenausschuß bislang stets abgeleh seinen Normen irgendeine gesetzliche Bindung g wird, so verlockend das für die Förderung der Arbei gewesen wäre.

Es mag in diesem Zusammenhang erwähnt sei sich diese Auffassung in zunehmendem Maß auch b

den eingebürgert hat. Mit Dank erkennt der Deutsche
nausschuß an, daß sich die Behörden fast ausnahms-
die bei ihm zusammenlaufende Gemeinschaftsarbeit
liedert haben und daß ihre Mitarbeit für ihn eine der
llsten Stützen bislang gewesen ist. Zu besonderem
ist der Deutsche Normenausschuß in dieser Hinsicht
erialrat Ruelberg vom Reichswirtschaftsministe-
erpflichtet, der stets bemüht war, die Arbeit des Deut-
Normenausschusses von Amts wegen zu fördern,
gleichzeitig einen entscheidenden Einfluß der Be-
zu verlangen. Eine starke Förderung für den
nausschuß bedeutete ferner das tatkräftige und ziel-
te Eintreten des Präsidenten Dr.-Ing. E. h. Ham-
für die Einführung der Dinormen bei der Reichsbahn.

enn die Normung die Gefahr der Hemmung des
hrittes vermeiden will, so muß sie auch innerhalb
ereiches selbstgewollter Beschränkung der Entwick-
freien Raum gewähren, d. h. die Normung muß
flüssig bleiben, eine Forderung, aus der sich
besondere Schwierigkeiten ergeben. Denn jede Än-
g einer Norm bedeutet, namentlich wenn sie schon
ehend Eingang gefunden hat, den Verlust von vor-
ebundenen Werten. Es sind häufig die schwersten
ürfe erhoben worden, wenn sich der Deutsche Nor-
sschuß aus schwerwiegenden sachlichen Gründen
ner Änderung bereits aufgestellter Normen ent-
ßen mußte. Die Vorwürfe sind durchaus verständ-
und doch müssen sie mit in den Kauf genommen
n, wenn die nationale Normung lebendig bleiben
Leben bedeutet Absterben alter Formen, und es ist
der schwierigste Teil der Vereinheitlichungsarbeit,
ormen lebendig zu erhalten, ohne tiefgehende Schä-
nzurichten.

m so stärker müssen die Sicherungen gegen eine
fertige Herausgabe von Normen sein. Es bedarf
starken Hand und oft eines harten Herzens, um
pfindlich zu sein gegen die Vorwürfe allzu lang-
Fortschrittes auf wichtigen Gebieten der Verein-
hung. Vielfach wird übersehen, daß Dinge, die
lurch jahrzehntelanges Bestehen in Gepflogenheit
nschauung festgesetzt haben, nicht von heute auf
n geändert werden können. Wenn man alle diese
menhänge berücksichtigt, so muß das, was der
che Normenausschuß in den ersten zehn Jahren
Bestehens geschaffen hat, volle Anerkennung
n.

er sich in Einzelheiten dieser zehnjährigen Ar-
ertiefen will, lese die Schrift: „Die deutsche Nor-
und fordere das halbjährlich erscheinende Norm-
rzeichnis[1]). Eine gedrängte rückschauende Be-
ung kann lediglich

Angelpunkte der deutschen Normung

sschälen.

lche Angelpunkte lassen sich zwanglos aus der
einen soziologischen Zweckbestimmung der Norm
n. Wo irgendwie Menschen untereinander in Be-
g treten, müssen sie für ihre Willensäußerungen
r Vielheit der hierfür geeigneten Formen eine Aus-
treffen, um das gegenseitige Verständnis über-
zu ermöglichen und allmählich leichter und
er zu gestalten. Verständigung über diese Aus-
ißt Normung. Sprache und Schrift sind als wich-
genormte Ausdruckmittel des menschlichen Willens
iologischen Hauptwerkzeuge, die den Zweck gegen-
r Verständigung um so vollkommener erfüllen, je
tiger sie sind, d. h. je schärfer sie genormt sind.
e Technik schuf in Zeichnung und Formeln
esonderen Verständigungsmittel, deren Behendig-
rch die Normung zu steigern war. Das geschah
rmenausschuß durch die Festlegung von Formel-
, durch Vereinbarung von Grundsätzen für die
rische Darstellung und durch die Kennzeichnung
rschiedenartigsten Bearbeitungsangaben und Güte-
rungen. In den Sinnbildern z. B. für Rohrleitun-
elektrotechnische Schaltbilder, Kurzzeichen für
ßverbindungen u. a. m. wurde eine zeichnerische
Kurzschrift geschaffen. Eine weitere Gruppe bildet die
Festlegung von Begriffsbestimmungen und -bezeichnungen,
die teils durch Angaben in den einzelnen Normen, teils
auch gesondert, z. B. für die Benennung technischer Gase,
erfolgte.

Grundsätzlich das gleiche Verfahren der Auswahl
aus einer Vielheit von Formen als Mittel zur Erleichte-
rung und Beschleunigung eines Vorganges mit dem Er-
folg der Verlustverminderung ist dort gegeben, wo der
menschliche Wille gestaltend in die Welt der stofflichen
Dinge eingreift. Auf das Stoffliche angewandt, bedeutet
das Sortenauswahl. Diese Sortenauswahl erfolgt
aber durch die Normung nicht nach Willkür, etwa nach
Maßgabe zusammenhangloser Gepflogenheit. Bei der schon
vordem gekennzeichneten inneren Abhängigkeit aller
Normen von einander würde ein solches Vorgehen in
seinem Endergebnis leicht zu einer Vermehrung der Sor-
ten des Ausgangsstoffes, also zu einem Widerspruch der
Normung in sich führen können. Eine solche Auswahl
ist bestenfalls als Lösung für die Übergangzeit annehm-
bar oder weil innere Zusammenhänge mit andern Normen
nicht erkennbar sind; eine vollwertige Norm ist sie nicht.
Die Normung muß vielmehr versuchen, die Sortenaus-
wahl soweit angängig und übersehbar in einen gesetz-
mäßigen Zusammenhang zu bringen.

Wenngleich die Normung hier auf ein bisher noch
recht wenig erforschtes Gebiet trat, so schuf sie doch
ein wichtiges Hilfsmittel in Zahlenreihen, deren gesetz-
mäßiger Aufbau einen gleichmäßigen oder gleichmäßig
zunehmenden Stufensprung ergibt.

Eine solche Zahlenreihe ist die der Normungs-
zahlen, nach der beispielsweise die Nenndrücke und
Nennweiten für Rohrleitungen, die Übersetzungsverhält-
nisse für Riementriebe, die Achshöhen elektrischer Ma-
schinen gestuft sind. Eine der Normalzahlenreihe sehr
verwandte Zahlenreihe ist die der Normaldurch-
messer, die aus den Bedürfnissen einer langjährigen
Praxis ohne tiefgründige theoretische Überlegungen ent-
standen ist und fast zu den gleichen Werten geführt hat,
die die Normalzahlenreihe aufweist. Vielfach ist ihre
Anwendung in der Praxis, groß der Nutzen, der hier-
durch erzielt wird. Nach ihr werden alle wichtigen Kon-
struktionsmaße bestimmt, besonders wenn es sich um
Durchmesser handelt, die zwei miteinander arbeitenden
Teilen gemeinsam sind. Über die Konstruktion wirkt sich
die Reihe der Normaldurchmesser in den Betrieben aus, in
denen sie zu einer erheblichen Einschränkung des Lager-
bestandes an Halberzeugnissen (gewalzte und gezogene
Werkstoffe) und zu einer Verminderung des kostspieli-
gen Werkzeugparks führt.

Die Auswahl der Sorten bezieht sich sowohl auf
Formen und Abmessungen, wie auf Eigenschaften der
Baustoffe, Gütevorschriften und Abnahmebedingungen,
und gerade diese Art Normen wird an Verbreitung und
Bedeutung zunehmen, je mehr die industrielle Normung
aus dem Gebiete des Maschinenbaues und der metallver-
arbeitenden Technik heraustritt. Neben den allgemeinen
Werkstoffnormen für Eisen und Stahl und
für Nichteisenmetalle seien als Normen dieser Art
die Baunormen angeführt, besonders, soweit sie sich auf
Straßenbaustoffe und Vorschriften für Bauleistun-
gen beziehen. Ferner gehören hierher in erheblichem
Umfange die Textilnormen.

Sortenauswahl bedeutet Ausmerzung jeder unbegrün-
deten Mannigfaltigkeit, und zwar in den Formen, den
Größen und den Eigenschaften. Im Vollzug dieser Auf-
gabe schafft die Normung für die als zweckmäßig und
notwendig ausgewählten Sorten erhöhten Bedarf und damit
die Möglichkeit ihrer Erzeugung in größeren Stückzahlen,
bis zur Massenfertigung, und diese verbilligt nicht
nur die Erzeugung, sondern erhöht in der Regel auch die
Güte und weckt weiterhin einen stärkeren Massenbedarf.

Im allgemeinen darf die Aufgabe der Normung damit
als erschöpft angesehen werden, wenn sie dem Erzeuger
vereinfachte Herstellbedingungen und Ausnutzung der Vor-
teile der Massenfertigung bringt, dem Handel geringere
Lagerbestände und damit geringeren Kapitalaufwand und
dem Verbraucher endlich die Gewähr einer gleichmäßigen

[1]) Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S 14.

und schnellen Belieferung. Diese Vorteile wirken sich daher in erster Linie bei den Dingen aus, die einem verhältnismäßig schnellen Verschleiß unterworfen sind. Soweit es sich um einen Verschleiß des ganzen Gegenstandes handelt, ist daher die Aufgabe der Normung damit erfüllt, daß sie Auswahl der Formen und Größen, also die Abmessungen, und die Güteanforderungen festlegt. Soweit der Verschleiß aber nur einzelne Teile eines größeren Ganzen betrifft und durch den Ersatz dieser Teile die Lebensdauer des ganzen Gegenstandes erhöht werden kann, kommt für die Normung zu den vorbezeichneten Aufgaben noch eine weitere hinzu, das ist die Sicherung der Austauschbarkeit.

Die Forderung nach Austauschbarkeit tritt nicht allein bei den Einzelteilen für den Maschinen- und Apparatebau auf, sondern in fast allen Gebieten der Gütererzeugung. Während sie hier aber im allgemeinen durch die Festlegung von Anschlußmaßen gewährleistet ist, verlangt sie dort besondere Maßnahmen. Die hohe Entwicklung des Maschinen- und Apparatebaues stellt Anforderungen an die Maßgenauigkeit der miteinander zu verbindenden Teile, die auf andern Gebieten der Gütererzeugung heute noch unbekannt sind. Bei der Einzelfertigung trat diese Forderung wenig in Erscheinung, da die Teile einander zugepaßt wurden. Die Einführung der Massenfertigung aber bedingt die maßliche Übereinstimmung mit hoher Genauigkeit, damit die Teile ausgetauscht werden können.

Die Grundlage hierfür ist in dem Paßsystem gegeben, das in langwierigen Erörterungen der erfahrensten Fertigungsingenieure aufgestellt wurde und seine Brauchbarkeit in der Praxis glänzend bewiesen hat. Für die Sicherung der Maßgenauigkeit der von verschiedenen Herstellern und in den verschiedenen Werken angewandten Lehren war die Festlegung einer einheitlichen Bezugstemperatur nötig, bei der die Meßwerkzeuge miteinander zu vergleichen sind und ihrem Sollwert entsprechen sollen. Mit der Festlegung der Bezugstemperatur und dem Aufbau eines für die ganze übrige Welt vorbildlichen Paßsystems hat die Normung reformierend und ordnend in das gesamte technische Meßwesen eingegriffen.

Eine für den Austauschbau ebenso bedeutungsvolle Frage wie das Passen zylindrischer Teile ist die der Gewinde. In Deutschland ist es vor allen Dingen dem Verdienst von Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger zuzuschreiben, daß mit den zahlreichen Gewindearten und -abarten aufgeräumt und zwei Gewindesysteme, das Whitworth-Gewinde und das Metrische Gewinde für Deutschland zur Norm erhoben wurden. Wohl kein Maschinenteil zeigt eine so ungeheure Verbreitung, eine so mannigfaltige Anwendung in allen Industriezweigen wie die Schraube. Die Gewindenormung war daher Voraussetzung für das Gebiet der Schraubennormung. Die Herstellung der Schrauben in Massen und in besondern Schraubenfabriken machte auch hier das Verlangen nach Austauschbarkeit zu einer grundsätzlichen Forderung, und man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß die noch in ihrer Entwicklung stehenden Arbeiten zur Festlegung von Gewindetoleranzen von außerordentlicher Bedeutung für die Entwicklung der Schraubenherstellung und der dazu nötigen Werkzeuge gewesen sind.

Mit der Klärung der grundsätzlichen Frage des Austauschbaues hat daher die Normung die Verwirklichung des schon lange verfolgten Gedankens, die Fertigung viel gebrauchter Massenteile in besonders dafür eingerichteten Fabriken zusammenzufassen, erst in vollem Maß ermöglicht. Der Verbraucher ist in die Lage versetzt, Ersatzteile zu Maschinen an beliebiger Stelle zu kaufen und einzubauen, und damit ist ein Ziel erreicht, das durch die Maßnormung allein für viele Dinge nicht zu erreichen gewesen wäre.

In den angeführten Grundnormen wirkt sich auch die Abhängigkeit der Normen voneinander aus. Das Gewinde, das am Kraftfahrzeug vorkommt, kehrt an der Haushaltungsmaschine wieder, die gleiche Schraube findet Verwendung an der Lokomotive und am Pflug, der gleiche Schraubenschlüssel dient zum Anziehen einer Schraube am Flansch einer Rohrleitung und zum Festspannen des Stahles an einer Drehbank.

Einen gleichen gesetzmäßigen Zusammenhang
wir bei der Formatnormung für Papier, die a
einen Seite Rohbogen und Papiermaschine, au
anderen Seite Briefhülle, Briefordner, Aktensc
Karteikasten und Reißbrett miteinander kettet.

Im Zuge der Entwicklung gesehen, ist nach de
angegangenen Überlegungen die Normung nichts a
als die Mittel, die ganz allgemein zur intensivere
staltung des Gemeinschaftslebens dienen, planmäß
die Erzeugung und Verteilung der Güter anzuw

Die Norm ist ein folgerichtiges Ergebnis der
menschliche Schaffen überhaupt gebrachten Ord
Sie entsteht durch Auslese. Soweit die Ausle
wußt vorgenommen wird, erzwingen die Zusa
hänge einen gesetzmäßigen Aufbau der

Steigende Verflechtung der Zusammenhänge i
stärkeren Ausreifens der technischen Entwi
schaffen für die Norm neben dem gesetzmäßigen A
eine weitere Abhängigkeit, nämlich die Forderu
Austauschbarkeit.

Wo immer wir das Normenwerk aufschlagen,
in den Grundnormen oder in den zahlreichen Fachn
für

allgemeinen Maschinenbau, Bergbau, Elektrot
Haushaltung, Gesundheitswesen, Kleidung, Lan
schaft, Land-, Wasser- und Luftverkehr, Wohnu
Siedlung, Unfallschutz

und vieles andre mehr, — stets begegnen wi
gleichen Gefüge, das wir im Querschnitt durch d
samte Normung wahrnehmen. Die aus ihm erken
Zusammenhänge verbinden die gesamte Normun
allen Gebieten zu einem einzigen großen in sich
baren Werk, das in seinem Kern als gefestigt anz
und nunmehr in die Breite auszubauen ist.

Die Normblätter

Die Zahl der fertiggestellten Normblätter ma
Außenstehenden vielleicht recht groß erscheinen
doch kommt in ihnen nur die Ausführung der w
Grundgedanken zum Ausdruck. Es war ein glück
Gedanke, für die Normen von vornherein das Sy
einzelner Normblätter festzulegen, ein
schlag, der von A. Maier stammt und von P. W
schon längere Zeit vor der Gründung des Norm
schusses der Deutschen Industrie in weiter Vora
zu dem Plan eines deutschen Normensammelwerk
gebaut wurde. Wie stark dieser Plan damalige
stellung vorausgriff, ist darin zu sehen, daß der
Wölfel eingebrachte Vorschlag zunächst wenigsten
allgemeine Zustimmung fand.

Die Vorstellung eines so umfassenden Werk
natürlich die Systematiker auf den Plan, und es
lange Zeit ein ziemlich scharfer Kampf zwischen
die von vornherein der Wahl der Nummern
deutschen Normen eine systematische Gliederung zu
legen wollten, und denen, die sich gegen eine solch
legung angesichts der unübersehbaren Entwicklung
lich sträubten. Schließlich siegte die Einsicht,
kaum möglich sein dürfte, für das unübersehba
biet der gesamten Technik eine Systematik zu sc
die nicht schon nach kurzer Zeit erhebliche
aufweisen und vor allem eine starke Fesselu
deuten würde. Man ließ daher den Gedanken de
legung von Nummern nach irgendeiner Systematik
und entschied sich für Nummern in der Reihenfo
Erscheinens, wobei einer gewissen systematische
derung insofern Raum gewährt wurde, als den ei
Gebieten geschlossene Nummernreihen vorbehalte
den. Die systematische Gliederung wurde in das
blattverzeichnis verlegt, das allmählich halbjährli
herausgegeben wurde. Dieser Weg hat sich als
erwiesen, zweckmäßig besonders auch deswegen
der Konstrukteur die Blätter anders ordnet als d
triebsmann und der Verkäufer. Die weitgehen
wegungsfreiheit, die heute das System der losen
mit ihren laufenden Nummern ergibt, entspricht d
seitigen Bedürfnissen.

ie äußere Ausgestaltung der Normblätter hat
he Wandlung durchgemacht, insbesondere war es
leicht, eine Form zu finden, in der die sachliche
twortung der Fachnormenausschüsse zum Ausdruck
t. Maßgebend war bei allen vorgeschlagenen und
ommenen Lösungen, daß der Charakter als deutsche
durch das Zeichen DIN unter allen Umständen ge-
t bleiben muß. Jede Maß- oder Liefernorm, die An-
h auf nationale Anerkennung erheben will, trägt
stets das DIN-Zeichen, sei es allein mit nachfolgen-
Nummer oder in Verbindung mit dem Zeichen des
twortlichen Trägers.

großen Ganzen kann die äußere Ausgestaltung der
blätter als abgeschlossen angesehen werden, jeden-
so weit, daß es heute möglich ist, sie in ihren
dzügen für jeden Zweck beizubehalten. Eine solche
itlichkeit, die sich natürlich auch auf die übrige
attung, den Druck der Zahlen- und Wörterreihen,
bbildungen, den Wortlaut usw. erstreckt, erfordert
roßes Maß dauernder Überlegung in unscheinbaren
igkeiten; sie kann aber neben der Gediegenheit und
lässigkeit im einzelnen Normenblatt für sich den
ruch erheben, richtunggebend auch auf die deutsche
ische Sprache eingewirkt zu haben. Die Normen-
telle hat hier eine Arbeit geleistet, deren Bedeutung
über das engere Normungsgebiet hinausreicht.

oraussetzung für die Einheitlichkeit war, daß sich
eutsche Normenausschuß maßgebenden Einfluß auf
echanische Vervielfältigung und den Vertrieb der
enblätter sicherte. Nach vielen mühseligen Ver-
n entschloß man sich dazu, eine Druckerei beson-
auf den Druck der Normenblätter einzustellen und
den Vertrieb eine besondere Vertriebstelle zu
fen. Es wäre ein gefährlicher Versuch gewesen,
Normenblätter durch den Buchhandel vertreiben zu
, weil hier irgendeine Sicherung gegen die Aus-
veralteter Normblätter beim besten Willen nicht
affen werden konnte, abgesehen davon, daß der
che Normenausschuß den allergrößten Wert darauf
mußte, mit den Beziehern seiner Normblätter im
n Zusammenhang zu bleiben.

leichzeitig wurde hierdurch der deutschen Normung
Einnahmequelle eröffnet, die für den Fortbestand des
chen Normenausschusses von wesentlicher Bedeu-
ist. In der ersten Zeit konnte sich der Normenaus-
im wesentlichen auf die Zuschüsse stützen, die ihm,
chen vom Verein deutscher Ingenieure, jährlich von
ührenden Firmen des deutschen Maschinenbaues
rt wurden. Eine dauernde starke Belastung der
hen Maschinenindustrie durch geldliche Leistun-
ür den Normenausschuß war aber besonders in
Zeiten niedergehender Konjunktur weder zu er-
, noch insofern gerechtfertigt, als diese Firmen
es außer den Barleistungen noch gewaltige Kosten
Arbeiten in ihrem Betrieb und Entsendung von
euren zu fachlichen Beratungen übernahmen,
l der hieraus erwachsende Nutzen in der Haupt-
nicht ihnen, die schon weitgehend auf die Normung
tellt waren, sondern gerade der mittleren und
ren Industrie und darüber hinaus der Gesamtheit
kam.

kann den Großfirmen der deutschen mechanischen
rie nicht genug gedankt werden dafür, daß sie in
ßzügiger Weise die deutsche Normung ideell und
ell gefördert haben. Gleichzeitig aber muß fest-
t werden, daß eine große Anzahl von deutschen
gern die Ergebnisse der mühevollen Pionier-
der Großindustrie entgegennahm, ohne auch nur
oralische Verpflichtung zu empfinden, auch ihrer-
wenigstens eine jährliche Anerkennungsgebühr zu
ten. Vielleicht überprüfen diese Firmen ihr Gewissen und zollen dem Deutschen Normenausschuß noch
nachträglich den Tribut, den sie ihm bis dahin vorenthalten haben.

Die Schöpfer der Normung

Dank gebührt aber auch den fast zahllosen Mitarbeitern aus Industrie und Gewerbe, Handels- und Bankwelt, Behörden und Wissenschaft, die an diesem Werk ohne eigenen Nutzen für das Gemeinwohl schufen. Sie gaben das Beste ihrer Erfahrung und Einsicht und blieben sich doch der Unzulänglichkeit jedes Menschenwerkes bewußt. Ihre Arbeit beginnt und endet nicht am Beratungstisch. Umfangreiche Ermittlungen im eigenen und fremden Betriebe müssen oft der Zustimmung oder dem Einspruch vorangehen; aus Versuchen und Vergleichen muß entscheidender Anhalt herausgeholt werden, und bisweilen gilt es, die zum Vollzug angesetzte Feder anzuhalten, weil neu auftauchende Gesichtspunkte zu abermaliger Prüfung zwingen.

Klangvolle Namen aus Lehre und Forschung zieren unsre Reihen, als Sachverständige oder auf dem wichtigen Posten eines Obmannes. Nicht immer bringt dieses verantwortungsvolle Amt seinem Inhaber nur Freude und Genugtuung, häufiger Mühe und schweren Verdruß. Die Akten so manchen Ausschusses übersteigen den Umfang der Registratur eines mittleren Betriebes.

Nach der Läuterung durch öffentliche Kritik und wiederholte Ausschußarbeit tritt an die Norm die schwerste Prüfung heran, nämlich die

Einführung in den Betrieb

Von Trägheit und liebgewordener Gewohnheit unliebsam empfunden, begegnet sie Mißtrauen, mindestens Zurückhaltung, noch häufiger Ungeschicklichkeit und Hilflosigkeit. Erst wenn maßgebender Einfluß sie stützt oder fortschrittlicher Betriebsgeist ihr Erscheinen wohlwollend aufnimmt, kann sie auf ernste Schwierigkeiten Antwort und Rede stehen. Fast immer aber muß reichhaltige Kleinarbeit ihr den Weg bereiten.

Leider fehlt in vielen deutschen Betrieben der Leitung noch immer die Einsicht, daß die Einführung der Normen ihre eigene Aufgabe ist, daß es nicht genügt, Bezieher der Normblätter zu sein und diese beim Eintreffen in der Fabrik ihrem eigenen Schicksal zu überlassen. Wenn nicht der leitende Mann den Normen seinen Willen aufdrückt, dann steht es im ganzen schlecht um seinen Betrieb, eine Diagnose, die selten trügt. Die deutsche Technik hat ihre Pflicht getan, als sie die deutschen Normen schuf: deutsche Wirtschaft, tu jetzt die Deine!

Gemeinsinn und Opfermut haben den Deutschen Normenausschuß aufgebaut. Sein Geist kann nicht besser gekennzeichnet werden, als durch die einleitenden Worte des Aufrufes, der vor kurzem aus den Kreisen der deutschen Ingenieure zur Gründung einer Gesellschaft der Freunde der deutschen Normung ausgegangen ist:

„Wir stehen am Ende des ersten Jahrzehnts deutscher Normung. Geschaffen aus der Liebe zu unserem Volke soll das deutsche Normenwerk Zeugnis ablegen von Ordnung und Aufrichtigkeit in deutscher schaffender Arbeit. Dem Werke, das wir lieb gewonnen haben, wollen wir festen Bestand und segensreiche Entwicklung sichern. Zu diesem Zweck haben wir uns zu einer

Gesellschaft der Freunde der deutschen Normung

zusammengeschlossen. Unsere Reihen stehen jedem Volksgenossen offen, der von den gleichen Empfindungen getragen wird wie wir.“ [B 867]

Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprü

Von P. Ludwik, Wien

Vortrag in der Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, 27. Oktober 1927 in Berlin

Hierzu Textblatt 17 und 18

Gleit- und Reißwiderstand — Streckgrenze und Alterung — Zug- und Reißfestigkeit — Zugfestigkeit und Eindruckhärte — Biege zahl, Dehnung und Einschnürung — Dauerbruch, Ermüdung und Reißfestigkeit — Stoßfestigkeit, Kerbwirkungen und räumlich Spannungszustände — Kerbzähigkeit und Gefügebeschaffenheit.

Der Zugversuch

Zwei Größen sind es vor allem, die die Festigkeitseigenschaften eines Werkstoffes bestimmen: der Gleit- und der Reißwiderstand. Ein einfaches Beispiel möge dies, vorerst nur ganz schematisch, veranschaulichen, Abb. 1.

Die Belastung P erzeugt Zugspannungen σ und Schubspannungen τ. In einem homogenen und isotropen Körper sind nun zwei Grenzfälle möglich. Ist der Gleitwiderstand (Schubgrenze) groß im Verhältnis zum Reißwiderstand (Kohäsion), so wird, wenn die Zugspannung die Kohäsion überschreitet, der Stab reißen, noch bevor er sich zu verformen beginnt: der Körper erscheint spröde. Ist dagegen der Gleitwiderstand klein im Verhältnis zum Reißwiderstand, so werden bleibende Formänderungen auftreten, sobald die Schubspannung die Schubgrenze überschreitet: der Stab streckt sich, er ist dehnbar.

In Wirklichkeit sind unsere Werkstoffe nicht isotrop. Metalle und Legierungen sind Vielkristalle, d. h. sie bestehen aus vielen einzelnen Kristallkörnern, deren kristallographische Orientierung (wie in Abb. 1 schematisch angedeutet) von Korn zu Korn wechselt.

In einem einzelnen Kristall, im Einkristall, wird, wie E. Schmid[1]) und seine Mitarbeiter gezeigt haben, eine Verformung eintreten, sobald in gewissen Ebenen, den Gleitflächen, die Schubspannung einen Grenzwert überschreitet, wogegen ein Trennungsbruch erfolgt, sobald dort oder in andern Ebenen die Normalspannung die Kohäsion überwindet.

Im Vielkristall wird ein solches Gleiten erst bei weit höheren Beanspruchungen eintreten, da die einzelnen Kristallkörner sich gegenseitig versteifen. Ist der Kornquerschnitt (bei etwa gleicher Ausdehnung des Kornes nach allen Richtungen) im Verhältnis zum Probestabquerschnitt sehr klein, also die Zahl der Körner sehr groß, so kann auch ein Vielkristall (besonders bei regelmäßiger Kristallisation) als isotrop oder wenigstens

[1]) E. Schmid, Z. f. Physik Bd. 32 (1925) S. 197 und Bd. 36 (1926) S. 759.

RZ731Z1

Abb. 1
Gleit- und Reißwiderstand

als quasiisotrop angesehen werden. Gleit- und Reiß stand stellen dann statistische Mittelwerte vor.

Bei der Formänderung von Ein- wie Vielkri bleibt der Gleitwiderstand nicht konstant, sond steigt mehr oder weniger, oft sogar um ein Viel Man spricht dann von Kalthärtung.

Warum eigentlich der Gleitwiderstand mit der der Gleitung zunimmt, ist noch nicht recht geklärt leicht finden hierbei — wenn auch nur örtlich geringe — Verzerrungen des Kristallgitters unte formung der Elektronenhüllen statt. Mit fortschre Formänderung werden diese Störungsherde an Za Größe zunehmen und durch Blockierung der flächen[2]) die Gleitung immer mehr erschweren. entsprechend immer größere Spannungen sind nötig, um den Stab noch weiter zu verformen. schreiten schließlich die hierbei auftretenden Zu nungen den Reißwiderstand, so wird ein Trennung ausgelöst[3]).

Je mehr also (unter sonst gleichen Umstände Reißwiderstand den Gleitwiderstand überragt, um so barer wird der betreffende Stoff sein.

Spröde Stoffe sind sonach durch einen im V nis zum Reißwiderstand hohen Gleitwiderstand g zeichnet, dagegen dehnbare Stoffe durch einen in hältnis zum Gleitwiderstand hohen Reißwiderstand.

Im gewöhnlichen Zug-Schaubild kommen d ziehungen zwischen Gleit- und Reißwiderstand nich zum Ausdruck. Abb. 2 zeigt das Zug-Schaubild weichen Flußstahles (mit 0,05 vH Kohlenstoff) üblichen Darstellun Dehnungen ε als Ab und die zugehörige den ursprünglichen schnitt F_0 bezogene lastungen als Or aufgetragen.

Nach Übersch der Schub- oder grenze setzt ein meh weniger plötzliches ein. Die zugehörige nung ist die Streck Bei A wird die Hö lastung erreicht, u Stab beginnt, sich schnüren, bis schl bei B der Bruch e

Abb. 2 und 3
Zugschaubildliche Beziehung zwischen Zugspannung σ und Querschnittverminderung ψ

RZ731Z2u3

[2]) Ludwik, Z. Bd S. 142 und Bd. 69 (1925) S

[3]) Nach A. Smek techn. Physik Bd. 7 (1926 ist der Idealkristall spr Verformung und Verf darauf zurückzuführen, Kristall in Wirklichkeit au blöcken besteht, die sich einander verschieben.

Abb. 5
Kugeleindruck

Abb. 7
Druckwirkungszone bei der Kugeldruckprüfung

Abb. 4
ildung in der Einschnürung eines minium-Rundstabes. Vergr. 4fach.

Abb. 6
Kegeleindruck

Abb. 8
Druckwirkungszone bei der Kegeldruckprüfung

Abb. 5 bis 8. Vergr. 17fach

Abb. 10 und 11
Zugprobe vor und nach der Ermüdung
Vergr. 8fach

Abb. 17 (rechts)
Biegeversuche mit Flußstahl

a, *b* Flußstahl mit 0,2 vH Phosphor
c „ „ 0,03 „ „

Abb. 18
rgr. 1½fach

Abb. 19
Vergr. 100fach

Abb. 18 und 19
bschlagbruch bei weichem Flußstahl von hoher Kerbzähigkeit (A rd. 18 mkg/cm²)

Abb. 20
Vergr. 1½fach

Abb. 21
Vergr. 250fach

Abb. 20 und 21
Kerbschlagbruch bei weichem Flußstahl von geringer Kerbzähigkeit (A rd. 7 mkg/cm²)

Ludwik: Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfun

Abb. 22
Intragranularer Bruch

Abb. 23
Freier Zementit an den Korngrenzen
(geätzt nach Oberhoffer)

Vergr. 250fach

Abb. 24
Gealterter Flußstal
Vergr. 250fach.

Abb. 25
Rekristallisierter Flußstahl. Vergr. 100fach.

Abb. 26
Vergr. 1½fach

Abb. 27
Vergr. 100fach

Abb. 26 und 27
Überhitzter Flußstahl (A rd. 3 mkg/cm²)

Abb. 28
Einfluß der Wärmebehandlung auf die Kerbzähigkeit

a gewalzt, A rd. 18 mkg/cm²
b ausgeglüht und an der Luft abgekühlt, A rd. 15 mkg/cm²
c ausgeglüht und im Ofen abgekühlt, A rd. 7 mkg/cm²
d 10 vH gereckt und 1 h bei 800° geglüht A rd. 3 mkg/cm²

Abb. 29
Verschiedene Kerbzä
keit bei gleicher K
größe

a ausgeglüht, A rd. 17 mk
b Zementit an den Korn
zen, A rd. 6 mkg/cm²
c künstlich gealtert,
A rd. 3 mkg/cm²

Abb. 30 und 31
Sehniger und körniger Bruch bei Schweißeisen
Vergr. 8 fach

a gewalzt, A rd. 15 mkg/cm²
b gealtert, A rd. 3 mkg/cm²

dre Metalle zeigen (im ausgeglühten Zustand) so scharf ausgeprägte Streckgrenze wie weicher sondern der Fließbeginn setzt (in Abb. 2 ge- t angedeutet) ganz allmählich ein. Ein solcher ginn wird nach Moser auch als Dehngrenze net[4]).

Ursache des ganz abweichenden Verhaltens von egenüber andern Metallen ist noch nicht bekannt. ht ist ein solcher erst bei höheren Spannungen, für dann um so jäher einsetzender Fließbeginn als uf Löslichkeitsänderungen zurückführbare Nach- gserscheinung aufzufassen[5]). Gewöhnlicher weicher befände sich dann bereits bei Zimmertemperatur m Zustand beginnender Nachhärtung, die mit sinken- mperatur weiter fortschreitet, was die Kaltsprödig- s Ferrits verursacht.

rch Kaltreckung mit nachfolgendem Anlassen wird Nachhärtung beschleunigt, wodurch Gleitwiderstand reckgrenze steigen: das Eisen altert. Da auch die üchigkeit als eine Alterungs- und Nachhärtungs- nung anzusehen ist[6]), so wäre derart der Knick an eckgrenze, die Alterung und die Kalt- und Warm- keit auf die gleiche Ursache, nämlich auf eine im stattfindende Löslichkeitsänderung zurückzuführen[7]).

b. 3 zeigt das Zug-Schaubild desselben Eisens in Darstellung. Als Abszissen wurden statt der Deh- die Querschnittverminderungen ψ aufgetragen s Ordinaten statt der Belastungen die wirklichen ngen $\sigma = P/F$, also die auf den jeweiligen hnitt F bezogenen Belastungen P. Der Höchst- tspricht eine Spannung von der Größe $a' A'$, die nehmender Einschnürung noch weiter steigt, bis lich bei einer mittleren Spannung von der Größe ler Bruch einsetzt, sobald in der Stabachse (wo die ung am größten ist) der Reißwiderstand über- en wird. Die mittlere Spannung wird auch als stigkeit bezeichnet.

, wie Moellendorff und Czochralski[8]) beobachtet haben, mit beginnender Einschnürung ttlere Zugspannung σ etwa proportional der Quer- vermindung ψ zunimmt und einem Grenzwert $_A$ bei $\psi = 1$ zustrebt, Abb. 3, so läßt sich (bei be- r Zugfestigkeit) die Reißfestigkeit σ_B aus den Quer- verminderungen ψ_A und ψ_B, also aus der gleich- n Dehnung[9]) und der Bruchquerschnittverminderung rnd ermitteln. Bei stärkeren Einschnürungen ende Abweichungen lassen sich durch entsprechende äge leicht berücksichtigen[10]).

eichmäßige Dehnung und Einschnürung geben zu- n nicht nur ein vollständigeres Bild über Art und der Dehnbarkeit als die Bruchdehnung, sondern ich beide unabhängig von der gewählten Meßlänge, n die Bruchdehnung mit zunehmender Meßlänge t.

her wäre es wünschenswert, wenn bei Zugversuchen Zugfestigkeit und Einschnürung tunlichst auch noch äglich aus den Bruchstücken) die gleichmäßige Deh- im Mittel) gemessen würde, umsomehr als dies ein- nd rasch (im Notfalle selbst ohne Einritzen einer eterteilung) durchzuführen ist.

mit wäre (wenigstens für Rundstäbe) auch gleich- lie leidige Frage erledigt, ob Kurz- oder Langstab, dem Querschnitt proportionale Meßlänge oder ob Meßlänge bei verschiedenen Querschnitten vorzu- ist.

im Zugversuch ermittelte Reißfestigkeit ist keine lisch bestimmte Größe. Denn mit wachsender ürung verteilen sich Spannungen und Dehnungen immer ungleichmäßiger über den Querschnitt, was auch die Ursache ist, daß der Stab stets von der Achse aus reißt. Das Schliffbild nach Abb. 4, Textbl. 17, zeigt z. B. den Bruchbeginn in einem Rundstab aus Aluminium bei 80 vH Querschnittminderung.

Es kann also höchstens mittelbar aus einer höheren Reißfestigkeit auf einen größeren Reißwiderstand geschlossen werden. Doch auch da nur auf den des mehr oder weniger vorgereckten Metalles, der von dem Reißwiderstand des ursprünglichen (ausgeglühten oder weniger gereckten) Stoffes durchaus verschieden sein kann. Denn eine Formänderung bewirkt nicht nur eine Form- oder Gleitverfestigung, sondern sie kann auch eine Zunahme des Reißwiderstandes, also eine Reißverfestigung[11]) hervorrufen. Häufig dürfte auch der Reißwiderstand durch innere Spannungen und Ausscheidungen (besonders an den Korngrenzen) örtlich stark herabgesetzt sein.

Allgemein üblich ist es, die Größe des Reißwiderstandes, also die technische Kohäsion eines Werkstoffes nach dessen Zugfestigkeit zu beurteilen[12]). Doch ist diese Auffassung irrig, da bei einschnürenden Stoffen die beiden Größen in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, was ja auch schon daraus hervorgeht, daß man die Zugfestigkeit solcher Stoffe bestimmen kann (bei Abbruch des Versuches bei beginnender Einschnürung) ohne den Stab überhaupt zu zerreißen, ohne also die Kohäsion überwinden zu müssen.

Daß Zugfestigkeit und Reißfestigkeit verschiedene Stoffeigenschaften zum Ausdruck bringen, ist auch daraus zu ersehen, daß z. B. durch Überhitzung, durch chemische Einwirkungen (Beizen), aber auch durch Ermüdung, die Reißfestigkeit oft stark herabgesetzt wird, während die Zugfestigkeit gleich bleibt.

Durch die Zugfestigkeit wird bei einschnürenden Stoffen eben lediglich ein Gleitwiderstand, nicht aber ein Reißwiderstand gemessen.

Härteprüfung

Da auch bei allen Eindruckhärteproben[13]) eigentlich nur ein Gleitwiderstand gemessen wird, so müssen Zugfestigkeit und Härte in naher Beziehung stehen. Die Auffassung der Zugfestigkeit und Eindruckhärte als Gleitwiderstand gibt auch eine einfache Erklärung, wann und warum das Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Härte bei verschiedenen Werkstoffen verschieden ist.

Abb. 5 und 6, Textbl. 17, zeigen Schliffe durch einen Kugel- und einen Kegeleindruck in weiches Eisen. Die Kugel mit 2,5 mm Dmr. wurde mit 187,5 kg eingedrückt, entsprechend der üblichen Kugeldruckprobe mit der 10 mm-Kugel bei 3000 kg Belastung. Durch den mit derselben Belastung (187,5 kg) eingedrückten Kegel sind die Kristallite stärker verzerrt worden als durch die Kugel. Daher wird auch der Gleitwiderstand bei dem Kegel höhere Werte erreichen als bei der Kugel.

Abb. 7 und 8, Textbl. 17, lassen auch die durch nachträgliche Rekristallisation (halbstündiges Glühen bei 600 °C) sichtbar gemachte Druckwirkungszone erkennen, die beim Kegel (bei gleichem Eindruckdurchmesser) sich seitlich etwas weiter erstreckt als bei der Kugel[14]).

Innerhalb dieser Zone ist das Metall mehr oder weniger stark über die Schubgrenze beansprucht worden. Je schärfer der Eindruck, um so größer die spezifische Gleitung, um so größer also auch der mittlere spezifische Gleitwiderstand[15]).

M. Moser, Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 74, Berlin)I-Verlag und Werkstoffausschußbericht Nr. 96 des Vereins r Eisenhüttenleute (Nov. 1926).

Ludwik und Scheu, Werkstoffausschußbericht Nr. 70 des deutscher Eisenhüttenleute (Nov. 1925).

F. Fettweis, „Stahl und Eisen" Bd. 39 (1919) S. 1 u. f. 42 (1922) S. 744.

Ludwik, Z. Bd. 70 (1926) S. 379.

Z. Bd. 57 (1913) S. 1018. Vergl. J. Czochralski, Z. f. Bd. 15 (1923) S. 7.

Wann und warum die gleichmäßige Dehnung nicht wirklich ßig ist vergl. Ludwik, Elemente der Technologischen . Berlin 1909; G. Sachs und G. Fiek, Der Zugversuch, 926.

Ludwik, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926) S. 269.

11) Vergl. G. Masing und M. Polanyi, Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Bd. 2 S. 225, Berlin 1923; E. Schmid, Z. f. Physik Bd. 32 (1925) S. 918; A. Smekal, Z. f. techn. Physik Bd. 7 (1926) S. 535.

12) Erst dank der Schriften von G. Sachs und seiner Mitarbeiter beginnt man nun endlich die Zugfestigkeit einschnürender Stoffe nicht mehr als einen Trennungswiderstand, sondern als einen Verformungswiderstand anzusehen. Vergl. G. Sachs, Grundbegriffe der Mechanischen Technologie der Metalle, Leipzig 1925; G. Sachs und G. Fiek, Der Zugversuch, Leipzig 1926.

13) Über verschiedene Härteprüfverfahren vergl. W. Deutsch, VDI-Nachrichten Nr. 16 vom 20. April 1927, S. 10.

14) Der besseren Anschaulichkeit wegen wurde die Rekristallisationsgrenze mit einem schwarzen Strich umsäumt.

15) Über die Berechnung der Härte ideal-plastischer Stoffe vergl. L. Prandtl, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 1 (1921) S. 15 und A. Nádai, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 1 (1921) S. 20. Über die Abhängigkeit des Widerstandes von der Probenform und der Eindrucktiefe vergl. G. Sachs, Z. f. techn. Physik Bd. 8 (1927) S. 132 und Die Naturwissenschaften Bd. 14 (1926) S. 1219.

Wegen der geometrischen Ähnlichkeit der erzeugten Eindrücke wird dieser Gleitwiderstand bei der Kegeldruckprobe während des Eindringens gleichbleiben, weswegen die auf die Eindruckfläche bezogene Belastung, also die Kugeldruckhärte, unabhängig von der Eindruckgröße sein muß, und zwar für beliebige Stoffe[16]).

Während somit bei der Kegeldruckprobe die Belastung P proportional mit d^2 (dem Quadrate des Eindruckmessers) wächst, nimmt bei der Kugeldruckprobe die Belastung nicht proportional d^2, sondern stärker zu, nämlich proportional d^n [17]), wobei der Exponent n seinem unteren Grenzwert $n = 2$ um so näher kommen wird, je weniger der Gleitwiderstand mit der Gleitung zunimmt, je flacher also die Zug-Schaulinie verläuft.

Dies ist auch der Grund, warum der Exponent n bei kaltbearbeiteten Metallen kleiner ist als bei geglühten[18]). Derart gibt also dieser Exponent (beim gleichen Metall) auch ein Maß der Größe der vorangegangenen Kaltbearbeitung.

Abb. 9 zeigt die Zug-Schaubilder von ausgeglühtem Aluminium, Elektrolytkupfer, Gelbtombak (Ms 72), Druckmessing (Ms 63) und Nickel.

Die Kugeldruckhärte (bezogen auf die Kalottenfläche) für $d = D/4$ und $d = D/2$ (wenn d der Eindruck- und D der Kugeldurchmesser ist), sowie die Kegeldruckhärte dieser Metalle wurde auf die in Abb. 9 gestrichelt eingezeichneten Ordinaten $\varepsilon = 9$, 12 und 18 vH in entsprechend gewählten Maßstäben (auf derselben Ordinate aber natürlich im selben Maßstab) aufgetragen. Dann fallen die auf diesen drei Ordinaten durch die eingeringelten Punkte und die beigefügten Zahlen gekennzeichneten Härtezahlen fast ganz in die zugehörige Zug-Schaulinie. Die Kugeldruckhärte (für $d = D/4$ und $D/2$) und die Kegeldruckhärte dieser Metalle sind also etwa proportional den bei den Dehnungen $\varepsilon = 9$, 12 und 18 vH erreichten Belastungen (oder Spannungen, die bei derselben Dehnung der Belastung proportional sind).

Diese Darstellung läßt auch erkennen, warum das Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Härte z. B. bei Aluminium und Nickel, besonders bei flachen Eindrücken ($d = D/4$), so verschieden ist, Zahlentafel 1, wo auch noch die Brinellhärte für 1000 kg Belastung (10 mm-Kugel) eingetragen wurde.

Da auch bei der Spanabnahme, z. B. beim Drehen und Hobeln, aber auch beim Schleifen der Schnittdruck als ein mittlerer Gleitwiderstand aufzufassen ist, so müssen Schnittdruck, Härte und Zugfestigkeit in enger Beziehung stehen, was auch aus den Arbeiten von Klopstock, Kronenberg, Kurrein, Schlesinger u. a. hervorgeht[19]).

Wechselnde Beanspruchung

Bei den bisher besprochenen Prüfverfahren erfolgte die Beanspruchung stets in gleicher Richtung. Ganz anders jedoch werden Gleit- und Reißwiderstand verändert,

Abb. 9

Beziehung zwischen der Kugeldruckhärte (bei $d = \frac{D}{4}$ uno d = der Kegeldruckhärte und der Zugfestigkeit bei verschiedenen Metallen

wenn die Beanspruchung ihre Richtung ständig v also bei wechselnder oder schwingender Beanspr

Schon bei der bei der Drahtprüfung angew Hin- und Herbiegeprobe wird der Werkstoff w beansprucht. Wenn aber, wie üblich, der Krün halbmesser der Klemmbacken etwa 2 bis 3 mal wie der Drahtdurchmesser gewählt wird, so tr Bruch meist schon nach wenigen Hin- und Herbi ein, wobei das Metall eine Kalthärtung erfährt.

In Zahlentafel 2 wurden die Biegezahlen ver ner Metalle den zugehörigen Festigkeits- und De werten gegenübergestellt. Die Drähte hatten 1 b Dmr. und der Krümmungshalbmesser (der Biege war stets doppelt so groß wie der Drahtdurchmes

Diese von W. Deisinger durchgeführt suche ergaben, daß bei den vorliegenden Drähten im ausgeglühten, wie im hart gezogenen Zustand) di zahl ungefähr proportional war der Summe aus de mäßigen Dehnung und der Einschnürung[20]). Di zahl bringt also eine Formänderungsgröße zum A entsprechend etwa einer Bruchdehnung bei sehr Meßlänge, Zahlentafel 2 letzte Spalte.

Eine eigentliche Ermüdung tritt hier nicht a dern erst dann, wenn der Krümmungshalbmesser gewählt wird, daß viel höhere Biegezahlen werden. Auf das Ermüdungsproblem hier nähe gehen würde zu weit führen. Ich möchte mich da darauf beschränken, hervorzuheben, worin meines

[16]) Bei homogenen und isotropen Stoffen und bei nicht allzu kleinen Eindrücken, falls also der Einfluß des Gefüges und der Spitzenabrundung zu vernachlässigen ist. Vergl. Ludwik, Z. f. Metallk. Bd. 14 (1922) S. 101.

[17]) Eugen Meyer, Z. Bd. 52 (1908) S. 645.

[18]) P. W. Döhmer, Z. Bd. 71 (1927) S. 816.

[19]) Vergl. VDI-Nachrichten Nr. 30 vom 27. Juli 1927, S. 9.

[20]) Die gleichmäßige Dehnung kann mit hinreichender keit auch der Bruchdehnung für eine Meßlänge $l_0 = 200$ Drahtdurchmesser) gleichgesetzt werden. Die wirkliche Eins also die auf den Querschnitt F_A des gleichmäßig gedehnten bezogene Einschnürung $\psi_e = (F_A - F_B) : F_A$, ergab etwas bess einstimmung als die auf den ursprünglichen Querschnitt F_0 Bruchquerschnittverminderung $\psi_B = (F_0 - F_B) : F_0$.

Zahlentafel 1. Vergleichende Zug- und Härteversuche

Werkstoff	Kugeldruckhärte			Kegeldruckhärte H	Zugfestigkeit K_z kg/mm²	$\frac{K_z}{H_{D/4}}$	$\frac{K_z}{H_{1000/10\,mm}}$	$\frac{K_z}{H_{D/2}}$
	$H_{D/4}$	$H_{1000/10\,mm}$	$H_{D/2}$					
Aluminium	20,9	23,9	24,8	32,2	9,1	0,435	0,381	0,367
Elektrolytkupfer	35,1	46,1	46,1	65,6	20,9	0,596	0,453	0,453
Druckmessing Ms 63	61,2	72,6	77,0	108,7	36,4	0,595	0,502	0,473
Gelbtombak Ms 72	62	75,4	80	110,6	36,8	0,594	0,488	0,460
Nickel	72,5	80,3	94,8	142	47,1	0,650	0,586	0,497

Zahlentafel 2
eichende Zug- und Hin- und Herbiegeversuche

off	Zugfestigkeit k_z kg/mm²	Gleichmäßige Dehnung ε_A vH	Wirkliche Einschnürung ψ_e vH	Bruchquerschnittverminderung ψ_B vH	Biegezahl n	0,14 (ε_A vH + ψ_e vH)
um, lüht	10,8	16	87,1	89	16	14,4
um, ezo- . .	18,9	3	76,3	77	8,5	11,1
. .	26	38	64,1	74	12	14,3
l, lüht	32	28,6	77,2	82,3	14	14,8
aus- t . .	36,7	40,5	67,7	77	15	15,1
, . . .	37	39	65,2	75	15	14,6
hart n .	42	2,6	55,9	57	7,5	8,2
hl A	70	0,7	56,1	56,4	7,5	8,0
; ezo- . . .	76	0,5	65,8	66	8,5	9,3
hl B	133	2,3	60,6	61,5	10	8,8
hl C	167	1,2	57,2	57,7	8	8,2
hl D	179	1,4	53,1	53,7	8	7,6
hl E	211	2,0	37,9	39,1	6	5,6

ch die Wirkung einer ruhenden Beanspruchung ätzlich von der einer oftmals wechselnden unter- t, worin also eigentlich das Wesen der Ermüdung .

i ruhender Beanspruchung tritt der Bruch (Tren- ruch) ein, sobald der Gleitwiderstand zufolge Kalt- so groß geworden ist, daß die Zugspannung, die st, diesen hohen Gleitwiderstand zu überwinden, den Reißwiderstand überschreitet. Hierbei wer- atomaren Bindungen an der Anbruchstelle fast itig zerrissen.

ders bei oftmals wechselnder Beanspruchung, wo Überschreitung der Ermüdungsgrenze bei jedem ngswechsel Hin- und Herschiebungen stattfinden, Scheu auch metallographisch nachweisen konnte[21]. rdurch werden erst wohl nur ganz wenige, später mer mehr Bindungen überanstrengt und gelöst. chselnder Beanspruchung scheint also der Bruch ine ganz allmählich fortschreitende Auflockerung stallgitters zu erfolgen, indem innerhalb oft langer me Bindung für Bindung zerrissen wird.

Gitterlockerung ist somit grundsätzlich verschie- n der Gitterstörung durch Kaltreckung. Daher ich das ermüdete Metall, ganz unabhängig von der er Spannungswechsel und der Höhe der Grenz- g, oberhalb dieser das gleiche Formänderungs- ld wie das ursprüngliche Metall, nur bricht das ld um so früher ab, je mehr Wechsel voranginge. esetzmäßigkeit kommt am anschaulichsten im Ver- gsversuch zum Ausdruck[22]).

 läßt sich auch bei wechselnder Biegung mitunter chweisen, daß die Ermüdung hauptsächlich auf Verminderung des Reißwiderstandes beruht. So . B. Abb. 10 und 11[22a]) Zugproben eines 1 mm dicken ahtes von rd. 210 kg/mm² Zugfestigkeit und H Bruchquerschnittverminderung, oben, Abb. 10, Dauerbeanspruchung und unten, Abb. 11, nach Umläufen um eine Scheibe vom hundertfachen rchmesser. Obwohl im vorliegenden Falle[23]) lie Streckgrenze, noch die Zugfestigkeit durch die ng merklich geändert wurde, war der Reißwider- es ermüdeten Drahtes örtlich bereits so gering, daß er dort fast ohne Einschnürung riß. Im Bruchquerschnitt ist auch zu erkennen, wie weit sich die gelockerte Zone erstreckte.

Stoßbeanspruchung. Kerbwirkungen. Räumliche Spannungszustände

Bei den bisherigen Betrachtungen wurde der Einfluß der Formänderungsgeschwindigkeit, also der Gleitgeschwindigkeit, noch ganz außer acht gelassen. Dieser Einfluß äußert sich vor allem darin, daß der Gleitwiderstand mit wachsender Gleitgeschwindigkeit zunimmt, ähnlich wie z. B. bei Flüssigkeiten[24]).

Diese Erhöhung des Gleitwiderstandes mit zunehmender Gleitgeschwindigkeit ist auch die Ursache, warum sich oft derselbe Stoff bei ruhender Beanspruchung zähe, dagegen bei Stoßbeanspruchung spröde verhält.

So läßt sich z. B. ein Zinkstab ganz langsam beliebig biegen, weil der Gleitwiderstand hierbei klein bleibt. Dagegen bricht er sofort bei zu rascher Biegung, weil dann der Gleitwiderstand so groß wird, daß, um ihn zu überwinden, schon Zugspannungen nötig sind, die den Reißwiderstand überschreiten.

Sehr anschaulich tritt dieses Spröderwerden mit wachsender Formänderungsgeschwindigkeit oft bei Stoffen hervor, deren Gleitwiderstand mit der Gleitgeschwindigkeit stark zunimmt. So z. B. bei Pech, das sich bei ruhender Belastung wie eine zähe Flüssigkeit, bei Stoß aber wie ein spröder fester Körper verhält.

Besonders gefährlich können Stoßbeanspruchungen bei hinzutretenden Kerbwirkungen werden. Bei der Frage nach der Ursache der Kerbsprödigkeit ist vor allem zu beachten, daß der Spannungszustand in der Kerbe ein räumlicher ist, da, wie R. Baumann schon 1912 gezeigt hat, die angrenzenden Stoffteile die Querzusammenziehung in der Kerbe hindern, also versteifend wirken[25]).

$\tau = \frac{1}{2}\sigma_z$

$\tau = \frac{1}{2}(\sigma_z - \sigma_x)$

Abb. 12 und 13 Einachsige Zugbeanspruchung

Abb. 14 und 15 Dreiachsige Zugbeanspruchung

Abb. 12 bis 15
Beziehung zwischen Zug- und Schubspannung bei einachsiger und dreiachsiger Zugbeanspruchung

[21]) Z. Bd. 67 (1923) S. 126. Kürzlich von W. Herold (Z. Bd. 71 1029) durchgeführte Dauerversuche haben dies bestätigt.
[22]) Ludwik, Z. d. österr. Ing.- u. Archit.-Ver. Bd. 68 (1916) 1 Ludwik und Scheu, Z. Bd. 67 (1923) S. 122.
[22a]) Abb. 10 und 11 sowie 17 bis 21 sind ebenfalls auf Textblatt 17, is 31 auf Textblatt 18 angeordnet.
[23]) Über weitere einschlägige Versuche wird a. a. O. berichtet.

[24]) Über die Erhöhung des Formänderungswiderstandes mit der Formänderungsgeschwindigkeit vergl. F. Körber u. H. A. v. Storp, Mitt. Kaiser-Wilh.-Inst. f. Eisenforschung Bd. 7 (1925) S. 81 und Bd. 8 (1926) S. 127; Ludwik, Physik. Z. Bd. 10 (1909) S. 411 und Elemente der Technologischen Mechanik, S. 44/53, Berlin 1909; R. Mailänder, Kruppsche Monatshefte Bd. 4 (1923) S. 39; E. Meyer, Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 62, Berlin 1927, VDI-Verlag; R. Plank, Z. Bd. 56 (1912) S. 17.
[25]) R. Baumann, Z. Bd. 56 (1912) S. 1311.

Beim einachsigen Spannungszustand, also z. B. beim gewöhnlichen Zugversuch (bis Beginn der Einschnürung), ist die größte auftretende Schubspannung τ halb so groß wie die Zugspannung σ_z, Abb. 12 und 13. Anders bei dreiachsiger Zugbeanspruchung, wo der gleichen Spannung σ_z eine kleinere Schubspannung τ entspricht, Abb. 14 und 15. Je mehr sich die Hauptspannungen σ_x und σ_z einander nähern, je stärker also die Versteifung, um so größere Zugspannungen sind erforderlich, den Gleitwiderstand zu überwinden.

Übersteigt die dazu nötige Spannung örtlich den Reißwiderstand, so erfolgt der erste Anriß. Geschieht dies, bevor noch die Schubspannung die Schubgrenze erreicht hat, so wird der Stoff reißen, bevor er sich noch bleibend dehnt. Bei dreiachsiger Zugbeanspruchung können also selbst Stoffe, die im gewöhnlichen Zugversuch große Dehnbarkeit zeigen, sich wie ganz spröde Körper verhalten[26]).

Diese Eigentümlichkeit räumlicher Spannungszustände blieb bisher unbeachtet, obwohl ihr eine große Bedeutung in der Werkstoffprüfung zukommt und viele sonst unerklärliche Brucherscheinungen wohl nur so zu deuten sind[27]). Ich erinnere nur z. B. an die Brüche zufolge Wärme-, Schwind- und Reckspannungen[28]), wobei oft sehr dehnbare Metalle ohne vorhergegangene Verformung plötzlich reißen[29]).

Abb. 16 möge noch den Einfluß räumlicher Spannungszustände auf das Formänderungs-Schaubild schematisch veranschaulichen. oM sei die Zuglinie bei einachsiger Beanspruchung (die Dehnungen ε als Abszissen und die Zugspannungen σ als Ordinaten aufgetragen), wobei in M noch vor Beginn der Einschnürung ein Trennungsbruch erfolgen möge. Dann geben, falls keine Reißverfestigung stattfindet, oM_1, oM_2, oM_3 . . . die Zuglinien bei dreiachsiger Zugbeanspruchung, wenn $\sigma_x = {}^1/_4\,\sigma_z$, ${}^1/_2\,\sigma_z$, ${}^3/_4\,\sigma_z$ . . .

Mit zunehmenden Werten von σ_x werden die Linien immer steiler. Die Abszissen om_1, om_2, om_3 . . entsprechen der erreichten Dehnung und die Ordinaten m_1 I, m_2 II, m_3 III . . der erreichten Kalthärtung. Je mehr sich also die Spannung σ_x der Spannung σ_z nähert, nach um so geringerer Formänderung und Verfestigung erfolgt der Bruch.

Abb. 16
Einfluß räumlicher Spannungszustände auf da Formänderungsschaubild

Die Kerbschlagprobe[30])

Wesentlich verschärft wird diese ungünstige, die Dehnbarkeit vermindernde Wirkung räumlicher Spannungszustände noch durch den erwähnten Einf Geschwindigkeit. Um so mehr als an der Kerbste die Formänderung nur auf einen kleinen R erstreckt, wodurch schon bei geringer Schlagge digkeit dort die spezifische Gleitgeschwi sehr groß sein wird, was wiederum eine sta höhung des Gleitwiderstandes bedingt.

Die starke Zunahme des Gleitwiderstandes Gleitgeschwindigkeit ist die Ursache, warum viele stoffe erst bei Stoßbeanspruchung kerbsprö scheinen. Abb. 17a zeigt z. B. die Biegeprob sogenannten Preßmuttereisens mit 0,2 vH Phosph eines Eisens mit verhältnismäßig hohem Phos halt[31]). Trotz dieses hohen Phosphorgehaltes li die nicht eingekerbte Probe vollständig zusammen ohne einzureißen. Aber auch die eingekerbte Abb. 17b, ließ sich langsam noch ebenso weit d gen, wie ein Flußstahl nahezu gleicher Festigk Dehnung mit 0,03 vH Phosphor, Abb. 17c[32]), Kerbengrunde Risse sichtbar wurden.

Dagegen zeigte die im Pendelhammer geb Probe (bei gleichen Abmessungen und gleicher Ke fast keine Durchbiegung und eine Kerbzähigkeit v 2,5 mkg/cm², gegen rd. 12 mkg/cm² bei dem ph ärmeren Eisen. Die durch den höheren Phospho hervorgerufene Kaltbrüchigkeit kam also weder statischen nicht gekerbten Biegeprobe, noch auch statischen Kerbbiegeprobe zum Ausdruck, dagege deutlich bei der dynamischen Kerbbiegeprobe.

[26]) Ludwik, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 207 und Z. Bd. 70 (1926) S. 382.

[27]) Vergl. Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 210.

[28]) Vergl. u. a. E. Heyn und O. Bauer, Internat. Z. f. Metallographie Bd. 1 (1911) S. 16; G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 257 u. 301, Bd. 17 (1925) S. 17 u. 183; M. Polanyi und G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 227 und G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S 352.

[29]) Ludwik, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Abtlg. IIa, Bd. 135 (1926) S. 587 und Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 56, Berlin 1927, VDI-Verlag.

[30]) Über den Kerbschlagversuch im Abnahmewesen vergl. den Bericht von Stribeck, Zwanglose Mitteilungen des DVM, Mai 1925, Nr. 3 und Feb. 1926, Nr. 6. Besonders hingewiesen sei auf die einschlägigen Arbeiten von F. Körber und A. Pomp, F. Körber und H. A. v. Storp, E. Maurer und R. Mailänder, M. Moser, F. Sauerwald, H. Wieland und W. Schwinning.

[31]) Zugfestigkeit 47 kg/mm², Bruchdehnung 30 vH, Br schnittverminderung 60 vH.

[32]) Zugfestigkeit 48.5 kg/mm², Bruchdehnung 30 vH, Br schnittverminderung 57 vH.

Zahlentafel 3. Vergleichende Zug- und Kerbschlagversuche mit weichem Flußsta

	Flußstahl mit 0,05 vH C	Einlieferzustand (Rundeisen)	½ h bei 900 °C geglüht		5 vH vorgereckt und 1 h bei 250 °C angelassen	10 vH vorgereckt, 1 h bei 800 °C geglüht und an der Luft abgekühlt	1 h bei 1300 geglüht
			an der Luft abgekühlt	im Ofen abgekühlt			an der Luft abgekühlt
Zugprobe	Obere (bezw. untere) Streckgrenze σ_S . . . . . kg/mm²	30,6 (23,0)	29,8 (22,9)	27,1 (20,2)	37,1 (35,3)	14,7	15,9 (15,7)
	Zugfestigkeit K_Z . . . „	33,6	34,5	32,5	40,3	33,1	32,7
	Reißfestigkeit σ_B . . . „	77,1	81,6	82,0	85,5	69,4	58,4
	Gleichmäßige Dehnung ε_A vH	26,5	26,0	30,0	14,0	25,0	27,5
	Bruchdehnung ε_B . . . . . „	33,8	34,8	38,6	21,3	32,3	34,1
	Wirkliche Einschnürung ψ_e „	64,5	67,8	67,8	66,8	60,3	45,6
	Bruchquerschnittverminderung ψ_B . . . . „	71,9	74,4	75,3	70,9	68,2	57,3
Kerbschlagprobe	Kerbzähigkeit A . . mkg/cm²	18,1 17,5 19,5	19,9 17,0 14,8	6,9 6,4 6,0	3,4 3,1	2,6 3,2	3,1 3,0

wieweit eine Wärmebehandlung die Kerbzähigkeit
›influssen vermag, möge noch an einem Beispiele
›rt werden[33]).

ganz weicher Flußstahl mit 0,05 vH Kohlenstoff in
nform wurde im elektrischen Ofen bei 900 ° eine
Stunde ausgeglüht und hierauf: a) an der Luft
ihlt, b) im Ofen langsam erkalten gelassen, c) um
orgereckt und 1 h bei 250 °C erhitzt, also künst-
ealtert, d) um 10 vH vorgereckt und 1 h bei
geglüht, also rekristallisiert, e) 1 h bei 1300 °C
, also überhitzt.

Zahlentafel 3 sind die Mittelwerte der Ergeb-
er Zugversuche den zugehörigen Werten der Kerb-
eit gegenübergestellt. Durch die langsame Abküh-
n Ofen wurde die Kerbzähigkeit fast auf ein Drittel
esetzt. Künstliche Alterung, Rekristallisation oder
tzung verminderte die Kerbzähigkeit sogar auf rd.
chstel. Dieser starke Abfall der Kerbzähigkeit
langsame Abkühlung, Rekristallisation oder
tzung kommt jedoch in den Werten der Bruchdeh-
ar nicht zum Ausdruck.

ı die Ursache dieser in der Zugprobe nicht wahr-
ıren Brüchigkeit festzustellen, wurden die Kerb-
ıroben von R. Scheu auch noch metallographisch
ıcht.

b. 18 und 19 zeigen den Bruch und das Gefüge des
im Einlieferzustand. Der Bruch ist matt und
Das Gefüge besteht aus Ferrit und etwas Perlit.
uchstelle ist am Rand ausgezackt, und die Körner
ırk verzerrt.

b. 20 und 21 zeigen dasselbe Eisen, jedoch nach dem
hen, im Ofen langsam erkaltet. Der Bruch ist
ıd (nur ein schmaler Rand ist matt) und scheint
den Korngrenzen liegenden Zementitstellen auszu-
die beim Schleifen und Polieren leicht ausbrechen).
en solchen Anbrüchen verläuft die Bruchlinie auch
ig durch die Körner, Abb. 22.

r in Abb. 23 dargestellte mit dem Oberhoffer-
Ätzmittel behandelte Schliff zeigt sehr deutlich den
Korngrenzen ausgeschiedenen freien Zementit.
lie einzelnen Körner trennenden spröden und har-
nentithüllen sind vermutlich die Ursache, warum
gsame Abkühlung die Kerbzähigkeit so stark her-
e.

b. 24 zeigt die Bruchlinie des künstlich gealterten
von nur 3 mkg/cm² Kerbzähigkeit. Die geradlinigen
nnerhalb der Körner deuten auf einen intragranu-
ruchverlauf.

b. 25 zeigt die Kornvergröberung durch Rekristal-
[34]), läßt aber auch erkennen, daß der Bruch bei
ıllisiertem Eisen nicht, wie meist angenommen wird,
n den Körnern, sondern durch die Körner erfolgt.
eiche: grobes Korn und intragranularen Bruch
auch die in Abb. 26 und 27 dargestellten Brüche
erhitztem Eisen. Die durch Rekristallisation und
zung verursachte Sprödigkeit dürfte also enge
n groben Korn zusammenhängen. Warum aber
Körner leichter spalten als kleine, ist damit aller-
ıoch nicht erklärt.

Abb. 28 wurden Kerbschlagbrüche desselben, aber
eden behandelten Eisens einander gegenübergestellt,
ar: gewalzt ($A = 18$ mkg/cm²), ausgeglüht und an
ft abgekühlt ($A = 15$ mkg/cm²), ausgeglüht und im
kaltet ($A = 7$ mkg/cm²), und rekristallisiert ($A =$
m²). Deutlich tritt hervor, daß mit abnehmender
higkeit der sehnige matte Bruch allmählich in einen
n glänzenden übergeht, bis schließlich bei dem Eisen
ter Kerbzähigkeit die ganze Bruchfläche körnig und
glänzend erscheint, was wohl darauf zurückzuführen ist,
daß dort der Bruch zumeist durch die Spaltflächen oder
Korngrenzen geht, wogegen der sehnige matte Bruch mehr
durch Abgleiten stark gereckter Kristallkörner zustande
kommt.

Der Werkstoff erscheint also um so kerbzäher, je mehr
Kristallite vor Beginn des Trennungsbruches zu möglichst
weitgehender Verformung gelangen, und um so kerb-
spröder, je früher dieser Trennungsbruch einsetzt.

Ein solcher Abfall der Kerbzähigkeit durch vorzeitig
einsetzende Trennungsbrüche braucht aber durchaus nicht
von einer Vergröberung des Kornes begleitet zu sein.

So zeigt z. B. Abb. 29 drei Kerbschlagbrüche desselben
Eisens und zwar: an der Luft erkaltet ($A = 17$ mkg/cm²),
im Ofen erkaltet ($A = 6$ mkg/cm²) und gealtert ($A =$
3 mkg/cm²). In dem Maße, als der matte sehnige Bruch
glänzend und scheinbar grobkörnig wird, sinkt also die
Kerbzähigkeit von 17 auf 3 mkg/cm², ohne daß jedoch die
Korngröße hierbei eine wesentliche Änderung erfährt.

Bei gleicher Korngröße kann also der Bruch sowohl
matt und sehnig, als auch glänzend und körnig sein.
Abb. 30 und 31 zeigen z. B. Brüche eines Schweißeisens
mit schöner Sehne. Die Kerbzähigkeit betrug rd. 15 mkg/cm².
Dasselbe Eisen zeigte künstlich gealtert (5 vH vorgereckt
und 1 h bei 250 ° erhitzt) einen glänzenden körnigen Bruch
bei einer Kerbzähigkeit von rd. 3 mkg/cm².

Metallographisch ist (bei den üblichen Vergrößerungen)
das gealterte und nicht gealterte Eisen nicht zu unter-
scheiden. Wohl aber ist der durch die Streckgrenze
und Zugfestigkeit gemessene Gleitwiderstand des ge-
alterten Eisens wesentlich größer. Um diesen größe-
ren Gleitwiderstand, besonders bei hohen spezifischen Gleit-
geschwindigkeiten, zu überwinden, waren hier also schon
Zugspannungen nötig, die den Reißwiderstand örtlich über-
schritten.

Eine ganz ähnliche Erhöhung des Gleitwiderstandes
bei wenig geänderter Reißfestigkeit erfährt das
Eisen auch bei abnehmender Temperatur[35]). Der Abfall
der Kerbzähigkeit beim Altern und mit sinkender Tempera-
tur wäre derart auf die gleiche Ursache, nämlich auf eine
Erhöhung des Gleitwiderstandes zufolge stärker einsetzen-
der Nachhärtung, zurückführbar.

Inwieweit bei all dem der Reißwiderstand örtlich durch
submikroskopische Ausscheidungen und innere Spannun-
gen (auch Gitterspannungen, z. B. zufolge Wärmeausdeh-
nung verschiedener Gefügebestandteile oder unvollständig
verlaufender Umwandlungen) vermindert wird, ist noch
nicht erforscht.

Ein starker Abfall (Übergang von der Hoch- zur Tief-
lage) der Kerbzähigkeit wird jedenfalls stets eintreten,
wenn entweder durch Zunahme des Gleitwiderstandes oder
Abnahme des Reißwiderstandes das Verhältnis zwischen
Reiß- und Gleitwiderstand unter einen gewissen Grenzwert
sinkt, der von dem Werkstoff, der spezifischen Gleitge-
schwindigkeit und dem Spannungszustand (also auch von
der Form der Kerbe und Breite der Probe) abhängig ist[36]).

In diesem Sinne kann ein zu hoher Gleitwiderstand, be-
sonders eine zu hohe dynamische Elastizitätsgrenze recht
ungünstig wirken. Anderseits ist aber ein möglichst hoher
Gleitwiderstand natürlich sehr erwünscht, um die Wider-
standsfähigkeit des Werkstoffes, besonders gegenüber oft-
mals wechselnden Beanspruchungen zu erhöhen. Beides:
hohe Kerbzähigkeit und große Dauerfestigkeit ist aber nur
zu erreichen, wenn mit dem Gleitwiderstand auch der Reiß-
widerstand entsprechend gehoben wird.

Dies geschieht z. B. durch eine nicht zu harte Ver-
gütung, weil hierbei der Reißwiderstand stärker zunimmt
als der Gleitwiderstand[37]). Daß durch eine Vergütung die
Reißfestigkeit (nicht nur die Zugfestigkeit) sehr stark er-
höht werden kann, hat bisher merkwürdigerweise noch
keine Beachtung gefunden[38]).

Sämtliche Kerbschlagproben hatten 15 × 15 mm² Querschnitt
n 7,5 mm tiefen Rundkerb von 2 mm Dmr. Die Kerbschlag-
wurden auf einem 100-mkg-Pendelhammer von Amsler mit
llhöhe von 3,2 m und einer Auflagerentfernung von 100 mm
ührt. Die Versuchstemperatur betrug 20 ° bis 21 °C.

Das größte Korn wird nach einer Vorreckung um 10 vH
Als Ursache dieses kritischen Reckgrades haben wir (Lud-
l Scheu, Werkstoffausschußbericht Nr. 70 des Vereins deut-
senhüttenleute. Nov. 1925) die Umkristallisation von α-Eisen
n vermutet. Denn um bei geringeren Reckgraden ein ebenso
Korn wie beim kritischen Reckgrad zu erhalten, wären (bei
ger Glühdauer) schon oberhalb der Umwandlungstemperatur
er rd. 900 °) liegende Glühtemperaturen nötig. Zu der gleichen
ng kam H. Hanemann (Werkstoffausschußbericht Nr. 84
eins deutscher Eisenhüttenleute, Feb. 1926).

[35]) Ludwik, Z. Bd. 70 (1926) S. 382; P. Goerens und R. Mailänder, Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 18, Berlin 1927, VDI-Verlag.

[36]) Ludwik, „Stahl und Eisen“ Bd. 43 (1923) S. 1427 und Z. Bd. 70 (1926) S. 379.

[37]) Ludwik, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Abtlg. IIa, Bd. 135 (1926) S. 587 und Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 56, Berlin 1927, VDI-Verlag.

[38]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 384.

Schon diese wenigen Beispiele lassen erkennen, von welch grundlegender Bedeutung die Größe des Gleit- und Reißwiderstandes für die Eigenschaften unserer Werkstoffe ist. Gleit- und Reißwiderstand sind so eigentlich die Grundlagen, auf denen die gesamte statische und dynamische Werkstoffprüfung ruht.

Beziehungen zwischen diesen beiden Widerständen und den wichtigsten Kennzahlen der mechanisch-technischen Werkstoffprüfung sind vorhanden, Beziehungen, die — wenn auch noch lange nicht vollständig erforscht schon deutlich erkennen lassen, wie eng alle die zahlen innerlich zusammenhängen.

Weitere Forschungen in dieser Richtung sicherlich bald zu einer Mechanik der bleibende änderungen, zu einer Technologischen Mechanik wodurch die mechanisch-technische Werkstoffprü ihr heute zum Teil noch fehlende wissenschaftlich lage erhalten wird. [E

Anfressungserscheinungen und -versuche an Leichtmetallen für den Flugzeugbau

Der Werkstoff für den deutschen Leichtmetall-Flugzeugbau ist neben neueren Aluminium- und Magnesiumlegierungen hauptsächlich das seit 1908 bekannte Duralumin. Die Eigenart des Flugbetriebes bringt es nun mit sich, daß hierbei die Metalle in starkem Maß anfressenden Einflüssen ausgesetzt sind; man muß daher mit ganz besonderer Sorgfalt auf die Erkennung und Verhütung solcher Schäden hinarbeiten[1]).

In ungeschütztem Zustande wird Duralumin von Fluß- und Regenwasser sowie durch die Witterungseinflüsse des Binnenlandes kaum merklich angegriffen und zeigt hier sogar teilweise eine bessere Widerstandfähigkeit als die gewöhnlichen Baustähle. Ungünstiger liegen die Verhältnisse, wenn Duralumin salzhaltigem Wasser, wie Meerwasser, und auch gewissen Flußwässern, ausgesetzt ist. Solches Wasser greift ungeschütztes Duralumin stark an; deshalb muß man beim Wasserflugzeugbau die Oberflächen gut schützen. In Form von Lack- oder Farbanstrichen sucht man hier, wie es auch beim Schiffbau üblich ist, durch Trockenhalten der eigentlichen Metalloberfläche die zerstörenden Kräfte fernzuhalten.

Jedoch liegen die Verhältnisse beim Flugzeugbau doch insofern anders, als zunächst das Anstrichmittel in seiner chemischen Eigenart der Leichtmetallegierung angepaßt sein muß. Die Lebensbedingungen sind für den Anstrich äußerst ungünstig infolge der beim Flugbetrieb auftretenden schroffen Temperaturänderungen, wechselnden Witterungseinflüssen, der Sonnenbestrahlung, der mechanischen Abnutzung, z. B. durch aufprallenden Regen, und der Verunreinigung durch Betriebstoffe. Weiterhin kommt noch hinzu, daß man aus Gründen der Gewichtersparnis möglichst mit nur einem Anstrich auskommen will.

Die neuzeitlichen mechanischen Hilfsmittel der Anstrichtechnik haben sich hierbei noch nicht recht eingeführt; ausländischen Anstrichmitteln wird der Vorzug gegeben. Falls die fremden Erzeugnisse in der Tat besser sind als die deutschen, muß dies ein Anreiz für unsere Industrie sein, diesen Vorsprung wieder einzuholen. Bei gutem und unbeschädigtem Anstrich werden Leichtmetalle in unsern Breiten nicht angefressen. Gefährlicher aber wirkt das tropische Klima, doch ist das nicht etwa eine Eigenart der Aluminiumlegierungen, denn selbst Eisenbahnschienen muß man in diesen Gegenden durch Anstrich vor Zerstörung schützen. Für Tropenflugzeuge sind also bezüglich des Anstriches andere und erhöhte Forderungen zu stellen[2]).

Man kann nun zwei Arten von Angriffen durch Anfressen unterscheiden. Einmal den Oberflächenangriff, der sich anfangs als weißer Fleck zeigt und dann zur Anätzung des Metalls und schließlich zu Lochfressungen führt. Die zweite Art ist die noch nicht ganz aufgeklärte interkristalline Anfressung. Ohne daß man an der Oberfläche Veränderungen bemerken kann, zeigt das Schliffbild verbreiterte Korngrenzen und gelockertes Gefüge. Ein auf solche Weise auf der Oberfläche oder interkristallin angegriffenes Leichtmetall zeigt erheblich verringerte Festigkeitseigenschaften gegenüber gesundem Werkstoff. Kaltverformtes. besonders profiliertes Leichtmetall zeigt geringeren Widerstand gegen Anfressung als glatte Bleche.

Große Aufmerksamkeit muß man den Nietstellen widmen, zwischen Nietmetall und Leichtmetall dürfen keine erheblichen Potentialunterschiede bestehen, sonst zeigt sich an den Nietungen infolge galvanischer Ströme besonders starke Anfressung. Dasselbe kann bei Zusammenbau von Leichtmetall und Stahl geschehen; handelt es sich um hochlegierte Stähle, so wird das Duralumin wegen seiner Stellung in der galvanischen Reihe zerstört werden, bei gewöhnlichem Stahl verhält es sich umgekehrt. Oft findet man an den Brennstoffbehältern Zusammenbau vo… metall und Kupfer oder Messing; sind die verschiede… Metalle nicht voneinander isoliert, so zeigen sich… fressenden Kräfte in verstärktem Maße. Durch g… nigtes Benzin oder Benzol wird Leichtmetall im… nen nicht angegriffen, dagegen wirken alle Spiritus… gen stark zerstörend.

Für den Leichtmetall-Flugzeugbau ist es daher v… Bedeutung, genaue Kenntnis über die verschieden… kungen der Anfressung zu erhalten; den Versuchs… fällt die Aufgabe zu, Untersuchungsverfahren auszu… die zu sicheren und vergleichbaren Ergebnissen füh… einer solchen Untersuchung auf Beständigkeit ge… fressung verlangt man außerdem, daß das Ergebn… lichst rasch zu erhalten ist, daß die Beanspruch… hältnisse den Betriebsverhältnissen möglichst getr… gebildet sind und daß der Versuch innerhalb… kleiner Fehlergrenzen wiederholbar ist.

Natürliche Witterungsproben werden vor alle… die Zeit, die sie gebrauchen, diesen Bedingungen… recht, man muß nach einem künstlichen Ersatz dafü… Die oxydische Kochsalzprobe von Mylius, die u… lich nur für Reinaluminium gedacht war und die… steht, daß kleine Metallprobestücke einer wässeriger… von 3 vH Wasserstoffsuperoxyd und 1 vH Kochsal… setzt werden, hat sich für Leichtmetallegierungen… geeignet herausgestellt. Zwar ahmt sie in der Zu… setzung die Verhältnisse beim Seeflug nach, jedoc… sich ihre Zusammensetzung während des Versuc… stark und unregelmäßig, außerdem ist sie zu em… gegen Temperatur- und Lichteinwirkung. Da der… durch Anfressung an Schnittflächen größer ist als… unbeschädigten Walzhaut eines Metalls, gibt die… probe, die an kleinen Stücken im Reagenzglas au… wird, auch hierdurch irreführende Ergebnisse. A… besteht keine Möglichkeit, an den angegriffenen W… proben Festigkeitsuntersuchungen vorzunehmen.

Etwas brauchbarer ist das Ergebnis der Myli… wenn man zylindrische Gefäße, die an der Seite ein… eckigen Ausschnitt haben, gegen den das zu unters… Blech dicht angepreßt ist, mit der Ätzflüssigkeit fü… Probe wird dabei nur von einer Seite angegriffen,… Betriebsverhältnissen entspricht. Bessere Erfolge… mit dieser Anordnung bei Verwendung von Seewa… reicht. Die Versuchsanordnungen, die als Vergle… den Gewichtverlust der Oberflächeneinheit oder… wicht der Anfressungsstoffe oder aber die Menge… setzungsgase nehmen, die beim Angriff eines Elek… auf das Metall entstehen, ergeben im allgemeinen… nügend genaue und nicht zufriedenstellende Ergebn…

Der Angriff durch Anfressen auf ein Leichtm… in der Hauptsache dadurch gekennzeichnet, daß d… nung stark sinkt, während die Bruchspannung nu… ringerem Maß abfällt. Auf diese Weise erhält… sicheres Maß für den Angriff durch Anfressen, da o… ohne daß die Oberfläche merklich angegriffen ist,… nung sich vermindert hat. Die durchgeführten V… ergaben gute Werte, die wiederholbar und rasch dar… waren. Geeignete Leichtmetallstücke wurden in Ge… 75 bis 100 l Seewasser eingehängt, und nach einer… ten Zeit wurden Zerreißfestigkeit und Dehnung e… Um alle im Betriebe vorkommenden Angriffmögli… zu erschöpfen, verbindet man den einfachen Tauch… mit Sprüh- und Spritzversuchen, bestrahlt die Pro… einer Quecksilberdampflampe und mit der elek… Sonne. An weiteren Prüfverfahren ist die mikros… Untersuchung des Kleingefüges sowie die Beobacht… Oberflächenveränderung mit Hilfe von Stereoau… durch das aus der Auswertung von Fliegeraufnahm… kannte Brückenraumglas und durch das Stereomikros… merkenswert. Ferner kann man die Vorgänge be… fressen nach dem Zeitraffverfahren aufnehmen. [N…

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Krae…

[1]) E. Rackwitz, „Korrosion und Metallschutz" Bd. 3 (1927) S. 171. Vorgetragen in der Jahresversammlung des Reichsausschusses für Metallschutz 1926 in Berlin.

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 633.

Stahl und Eisen im Elektromaschinenbau[1])

Von Dr.-Ing. Franz László, Mülheim-Ruhr

Technisch-wirtschaftliche Bedeutung der Elektrotechnik. Anforderungen des Elektromaschinenbaues an die Werkstoffe. Mittel und Wege der Stahlerzeugung, die Anforderungen zu befriedigen. Gebräuchliche Eisen- und Stahlsorten, ihre Verwendungsstellen in elektrischen Maschinen. Besondere Eisenlegierungen für elektrische Apparate.

ie einzelnen Gebiete der Technik entwickeln sich in steter Wechselwirkung. Einmal stellt das eine Gebiet Anforderungen an das andre, das gegebe-lls recht mühsam Mittel und Wege suchen muß, um Aufgaben lösen zu können; ein andres Mal werden tollen vertauscht. Es wäre zu weitgehend, auf die ichtliche Entwicklung der Beziehungen zwischen hüttenkunde und Elektromaschinenbau näher ein-en, obzwar nur einige Jahrzehnte für diese Be-tung in Frage kämen. Den Anfängen des Elektro-inenbaues ging eine beachtliche Entwicklung der ntechnik voraus, sie hat s. Z. bereits auf ein er-3liches, langes Schaffen in Gemeinschaft mit andern ten der Gestaltung zurückblicken können.

ie Elektrotechnik ist in kurzer Zeit in den Vorder-l getreten und zu einer Vormachtstellung gelangt, war infolge der Erkenntnis, daß, von Sonderfällen ehen, der elektrische Strom die wirtschaftlichste Art nergieübertragung ist. Man kann sich kaum vorstel-laß hierin überhaupt ein Wandel geschaffen werden e. Dieser Umstand hat eine durchgreifende Umstel-und eine gewisse Neuorientierung in der gesamten ik ausgelöst. Nach etwa drei Jahrzehnten blickt auf eine vorher bestimmt ungeahnte Entwicklung k, sowohl im Hinblick auf Umfang wie auf Ge-ndigkeit. Der hervorragendste Anteil an diesem chritt ist der Elektrotechnik zuzuschreiben. Un-bar verdankt vor allem der Dampfturbinenbau raschen Aufschwung und hervorragenden Erfolg bsatzmöglichkeiten, die ihm die Elektrotechnik ge-hat. Zahllos findet man aber ähnliche Beispiele lem Gebiet der Energieversorgung; Dieselmotoren, ynamos, Wasserturbinen stehen nicht weniger im te der Elektrotechnik als die Dampfturbinen.

enau wie den andern Fachgebieten der Gestal-stand die Eisenhüttenkunde auch dem Elektro-inenbau jeder Zeit als unermüdlicher und treuer indeter zur Seite. Sie hat manche schwierige Auf-gelöst und verschiedene wertvolle Anregungen ge-. Auch dieses Schaffen kam der Gesamttechnik un-bar zugute. Es gibt nämlich nur wenige Arten von und Eisen, die, gerade für den Elektromaschinenbau nden, auf zahlreichen andern Gebieten bereits bis mit nicht geringerem Vorteil Einführung gefunden . Umgekehrt wurde freilich manche Eisenlegierung nach anderweitiger erfolgreicher Verwendung als len Elektromaschinenbau geeignet erkannt. Man nur an die Kurbelwellen von Kraftfahrzeugen, an äufer von Dampfturbinen, an die Geschützrohre und ßlich an die Wellen und Läuferwicklungskappen Turbodynamos. Vielfach wird im wesentlichen ein dieselbe Legierung für all diese Konstruktions-nte mit dem denkbar besten Erfolg verwendet.

ie Anforderungen des Elektromaschinenbaues

ei Betrachtungen über die Elektrotechnik ist eine ung zwischen elektrischen Maschinen und Geräten . Als Maschinen bezeichnet man jene Konstruk-, die elektrischen Strom aus mechanischer Arbeit gen, elektrische Ströme umformen oder diese in nische Arbeit umwandeln. Obschon Stahl und Eisen u elektrischer Geräte meistens nicht entbehrlicher s im Elektromaschinenbau, spielt der Verbrauch für rische Geräte nur eine mäßige wirtschaftliche Rolle e Stahlerzeugung. Der Stahlverbrauch des Elektro-inenbaues ist dagegen von großer wirtschaftlicher tung. Im Rahmen dieser kurzen Ausführungen werden daher Eisenlegierungen, die vorwiegend für den elektrischen Gerätebau in Betracht kommen, nur zum Teil und kurz besprochen.

Jedes Stück Stahl und Eisen, das man in Maschinen verwendet, wird im allgemeinen auf Festigkeit beansprucht. Es gibt wohl Ausnahmefälle, und zwar eben auch im Elektromaschinenbau, in denen die Beanspruchungen von so geringer Größenordnung sind, daß man auf sie so gut wie keine Rücksicht zu nehmen braucht. Anderseits haben viele Arten elektrischer Großmaschinen zahlreiche Konstruktionsteile, die gewaltigen Festigkeitsbeanspruchungen standzuhalten haben. Die Erkenntnis, daß die Betriebskosten der Leistungseinheit mit wachsender Maschinengröße in einem gewissen Bereich beträchtlich fallen, hat eine rasche Entwicklung immer größer werdender Maschineneinheiten hervorgerufen. Ihre Beanspruchungen sind daher z. T. außerordentlich hoch, allerdings vielfach zeitlich unveränderlich, was die sichere Bemessung erleichtert, die sich vor allem auf die Streckgrenze stützt.

Aus diesem Grunde wird der Streckgrenze im Elektromaschinenbau fast durchweg die größte Beachtung gewidmet, und zwar in dem Maße, wie sonst kaum auf irgend einem anderen Gebiet der Gestaltung. Eine weitere Folge dieser Entwicklung ist es, daß manche Konstruktionselemente dieser Maschinen sehr große Abmessungen erreichen, in denen außerdem die Richtung der größten Beanspruchungen vielfach nicht der Richtung der besten Werkstoffeigenschaften (Streckrichtung der Warmverformung) parallel gelegt werden kann. Diese Art konstruktiver Anforderungen bildet sozusagen die gegenwärtig überhaupt schwierigste Aufgabe für die Stahlwerke. Als kennzeichnendes Beispiel sind vor allem die Wellen für große Turbodynamos mit 3000 Uml./min zu erwähnen. Der Ballen, der beiderseits noch zu recht langen und schweren Zapfen ausgeschmiedet wird, ist manchmal, bei fast 1 m Dmr. bis über 3 m lang. Solche Wellen sind betriebsmäßig zeitlich unveränderlichen Beanspruchungen ausgesetzt, jedoch haben sie auch der Wirkung unvermeidlicher Kurzschlüsse standzuhalten. So muß der Werkstoff außer hohem Formänderungswiderstand auch eine recht beträchtliche statische und dynamische Zähigkeit aufweisen. Sonderstähle, die in der Mitte des Ballens in radialer und tangentialer Richtung, also senkrecht zur Schmiedefaser, bei bester Zähigkeit eine Streckgrenze von 50 kg/mm^2 und eine Festigkeit von 70 kg/mm^2 zu gewährleisten vermögen, verbürgen aber auch in diesem Fall eine gewiß hinlängliche Konstruktionssicherheit.

Die Beanspruchungen sind freilich nur in einigen Maschinengattungen unveränderlich. Man findet in vielen Arten elektrischer Maschinen festigkeitstechnisch hauptmaßgebliche Konstruktionselemente, die durch schwingungsartig wechselnde Beanspruchungen an den Werkstoff Anforderungen stellen, die z. B. jenen für die Kurbelwellen hochwertiger schnellaufender Verbrennungsmotoren nicht viel nachstehen. Je höher die Anforderungen an den Formänderungswiderstand, um so eifriger strebt man zugleich nach besten Zähigkeitseigenschaften, da auch in diesen Fällen mit der Möglichkeit plötzlicher Überbeanspruchungen zu rechnen ist

In der Natur des betrachteten Verwendungsgebietes liegt die mehr oder minder grundsätzliche Hauptaufgabe von Stahl und Eisen, die Leitung magnetischer Flüsse Öfters fordert man sogar für die festigkeitstechnisch höchstbeanspruchten Bauelemente gleichzeitig möglichst gute magnetische Eigenschaften. Letztere können in verschiedenen Richtungen liegen. Einmal verlangt man in dieser Beziehung allein eine gute Leitfähigkeit. Werkstoffe für die vorerwähnten großen Wellen (3000

[1]) In den folgenden Ausführungen wurden die einschlägigen itte des Werkstoffhandbuches „Stahl und Eisen" nach Möglichkeit sichtigt.

Uml./min) müssen auch bestmögliche Magnetisierbarkeit aufweisen, welchem Umstand die Hüttentechnik mit bemerkenswertem Erfolg Rechnung trägt. Ein andres Mal ist neben hoher magnetischer Leitfähigkeit die geringste Ummagnetisierungsarbeit (Hysteresisverluste) erforderlich. Besonders im elektrischen Gerätebau wird sehr oft einer hohen Koerzitivkraft, gepaart mit hoher Remanenz, große Wichtigkeit beigemessen. Stähle, die bei hoher Festigkeit geringstmögliche Magnetisierbarkeit haben, erlangten im Elektromaschinenbau auch eine beachtliche Rolle und verdrängen weniger feste Metallegierungen.

Als Leiter für elektrische Ströme wird Stahl und Eisen im Elektromaschinenbau so gut wie nie vorgesehen, im Gegenteil verlangt man häufig von ihm eine möglichst schlechte elektrische Leitfähigkeit. Als Stromleiter machen sich Werkstoffe auf Eisengrundlage dagegen im Bau elektrischer Geräte unentbehrlich, und zwar solche, die einen hohen elektrischen Widerstand haben.

Der wirtschaftliche Erfolg einer Maschine hängt von ihrem Beschaffungspreis, bezogen auf die Leistungseinheit (Gesamtanlagekosten), von den Betriebskosten einschließlich Abschreibung der Anlagekosten und von ihrem Wirkungsgrad ab. Diese Punkte, als Veränderliche der Konstruktion, der Leistungsgröße usw., sind außerordentlich vielgestaltig. Liegen aber einmal einigermaßen feste Konstruktionsgrundlagen, Abmessungen und feste Herstellungspläne für einen Leistungsbereich vor, so treten die Werkstofffragen als wichtige Einflußzahlen in den Vordergrund. Man kann Maschinenabmessungen verkleinern oder die Leistung bei unveränderten Maschinenabmessungen erhöhen oder den Wirkungsgrad bei sonst gleichen Verhältnissen allein durch die Verwendung höherwertiger Werkstoffe verbessern. Sie sind teurer, und zwar zumeist nicht nur in der Beschaffung, sondern auch in der Bearbeitung. Trotzdem wird in vielen Fällen auf diese Weise ein wirtschaftlicher Erfolg erreicht, wogegen ein andres Mal der Übergang zu besseren Werkstoffen sich als verlustbringend erweist. Das Ergebnis wird vor allem durch die jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Erkenntnisse des einen oder andren Absatzgebietes elektrischer Maschinen beeinflußt.

Metallurgische und metallographische Beziehungen

Im Rahmen der folgenden Ausführungen wird das einschlägige Gebiet der Hüttenkunde hauptsächlich im Hinblick auf die Sonderaufgaben gestreift, die der Elektromaschinenbau stellt. Gleichzeitig werden auch die Zusammenhänge mit den in der Gesamttechnik allgemein maßgebenden Festigkeitseigenschaften im Auge behalten.

Der Grundstoff aller Eisenlegierungen, das reinste in der Luftleere umgeschmolzene Elektrolyteisen, ist wegen der ungemein hohen Zähigkeit und vorzüglichen magnetischen Eigenschaften außerordentlich bemerkenswert. Allerdings hat es neben der hohen Zähigkeit[2]) (Einschnürung von etwa 85 vH) nur eine Streckgrenze von 11 und eine Festigkeit von 25 kg/mm²; infolgedessen dürften nicht viel höhere Festigkeitsbeanspruchungen als für Gußeisen zugelassen werden. Seine magnetischen Eigenschaften im Vergleich zu jenen eines hochlegierten Transformatorbleches sind für $\mathfrak{B} = 10\,000$ in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1

Werkstoff	Koerzitivkraft	Remanenz	Hysteresis
Elektrolyteisen	0,27	9250	820
Transformatorblech (4 vH Si)	0,88	5400	2260

Der magnetische Sättigungswert $(4\pi J\infty)$ beträgt 21 620, der spezifische Widerstand 0,0994 Ω bezogen auf 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt (Temperaturkoeffizient 0,573 vH). Der magnetisch hervorragende Werkstoff wird leider in der Herstellung derart teuer, daß er für den Elektromaschinenbau in absehbarer Zeit bestimmt nicht in Betracht kommen dürfte. Seine Verwendung ist auf einige Ausnahmefälle im Bau elektrischer Geräte besc[h]
Der magnetische Sättigungswert wird, von eine[r]
nahme (Kobalt) abgesehen, durch jeden Zusatz meh[r]
minder herabgesetzt.

Neuerdings wurde in Deutschland die Hers[tellung]
des amerikanischen Armco-Eisens aufgenommen, d[as]
zwar technisch in Großbetrieben herstellbar, im
nur noch einen Gewichtsanteil von 0,1 bis 0,15 vH a[n Ver-]
unreinigungen enthält. Bei uns liegt vorerst noch
Erfahrung vor, ob und inwiefern man das Armc[o-Eisen]
als billigeres Behelfsmittel anstatt des reinsten E[lektro-]
lyteisens in den Elektromaschinenbau einführen

Die technischen Eisen- und Stahls[orten]
sind Vielstofflegierungen auf Eisengrundlage. D[ie Le-]
gierungstechnik des Eisens macht Unterschiede ein[erseits]
zwischen vorteilhaften und beabsichtigten Legie[rungs-]
elementen, anderseits zwischen unerwünschten abe[r prak-]
tisch unvermeidlichen Eisenbegleitern, den sogen[annten]
Verunreinigungen. Jedes Legierungselement mach[t min-]
destens anfänglich das Eisen härter und vermind[ert zu-]
gleich seine Zähigkeit. Der metallurgische Zwe[ck des]
Legierens ist zumeist eben das Härtermachen, un[d zwar]
bei möglichst geringem Zähigkeitsverlust. Un[zählige]
Zusammenstellungen haben sich für die verschie[densten]
Zwecke entwickelt und als brauchbar erwiesen,
die man im Schrifttum eingehende Aufklärungen f[indet.]
Die Legierungselemente sind vielfach nicht nur
ihre unmittelbare sondern gleichzeitig durch eine
bar härtende Wirkung nützlich.

Die Legierungselemente ändern aber durchweg
das magnetische und elektrische Verhalten der Stähle
bietet öfters Anlaß, in Stählen des Elektromaschine[nbaues]
von Fall zu Fall einmal gewisse Elemente zu bevor[zugen,]
ein andres Mal bestimmte Legierungselemente mögli[chst zu]
beschränken oder gänzlich fernzuhalten.

Das wichtigste Legierungselement fast alle[r tech-]
nischen Eisen- und Stahlarten ist der Kohlens[toff,]
und zwar wegen seiner hohen spezifischen Festi[gkeits-]
steigerung, die nur durch jene von Phosphor beina[he er-]
reicht und allein durch die des Stickstoffes übert[roffen]
wird. Da Kohlenstoff die Zähigkeit nicht in dem
ungünstigen Maße wie Phosphor und Stickstoff m[indert,]
beherrscht er die Metallurgie des Eisens als wirks[amster]
Härtungsbestandteil. Kohlenstoff härtet das Eisen
magnetisch beträchtlich, was für Dauermagnete von
Wichtigkeit ist. Die härtende Wirkung bleibt jedoc[h aus,]
falls der Kohlenstoff in elementarer Form als Graphi[t oder]
Temperkohle vorliegt. Hier wirkt er hauptsächlich
Querschnittverminderung. Erst die Eisenkohlensto[ffver-]
bindung, Eisenkarbid (Fe_3C), wirkt magnetisch hä[rtend;]
die größte Härtewirkung ist auch in dieser Bezi[ehung]
einer schlechtweg festen Lösung des Kohlenstoff[s im]
Eisen, dem Martensit, eigen. In den für zähe Kon[struk-]
tionsstähle üblichen Gehalten verursacht das la[mellare]
Eisenkarbid (Perlit) gewöhnlich nicht viel Schw[ierig-]
keiten, man vermeidet allerdings in magnetisch auf
fähigkeit beanspruchten Stählen grundsätzlich einen
lenstoffgehalt über 0,4 vH und hält sich natürlic[h bei]
Dynamo- und Transformatorblechen an die niedr[igsten]
möglichen Grenzen.

Eine besonders für den Elektromaschinenbau,
auch im allgemeinen beachtliche Rolle fällt dem Sili[zium]
zu. In Konstruktionsstählen bleibt der Si-Gehalt ge[wöhn-]
lich unter 0,35 vH, und die unmittelbare Wirkung a[uf die]
Festigkeits- und elektromagnetischen Eigenschaft[en ist]
nicht nennenswert. Von höher silizierten Stählen si[nd für]
den Elektromaschinenbau vor allem die Dynamo[- und]
Transformatorbleche kennzeichnend. Obschon man
Sonderstähle so gut wie ausschließlich im Elektrom[aschi-]
nenbau benutzt, geschieht dies in einem Umfang[e, der]
für die Hüttenwerke eine gewichtige wirtschaftliche
spielt. In manchen elektrischen Maschinen sind di[e Ge-]
wichtanteile andrer stählerner und eiserner Bauele[mente]
im Vergleich zu der Masse dieser Bleche nur noc[h von]
verschwindender Größenordnung. In dem für Dy[namo-]
bleche üblichen Bereich des Si-Gehaltes von 0,5 bis

[2]) Oberhoffer, Das technische Eisen, Berlin 1925, S. 195.

[3]) Oberhoffer, S. 195 u. f.

rößert 1 vH Silizium den elektrischen Leitwiderstand
ufend beinahe gleichmäßig um etwa 0,11 $\frac{\Omega\,mm^2}{m}$, wo-
lie Wirbelstromverluste entsprechend abnehmen.
Die Magnetisierbarkeit fällt mit steigendem Si-Gehalt
hlich, und zwar beträgt der Sättigungsverlust rd.
auß auf 1 vH Si in dem betrachteten Bereich. Rema-
und Koerzitivkraft, folglich auch der Hysteresisver-
fallen besonders stark im Gebiet von 1 bis 2 vH Si,
h langsamer. Gumlich führt die Erniedrigung
Hysteresisverlustes auf eine mittelbare Wirkung des
ums zurück, und zwar insbesondere auf den Umstand,
Silizium die Bildung von Temperkohle begünstigt, die
agnetischer Beziehung bei weitem nicht so ungünstig
wie der als Zementit oder sogar in gelöster Form
andene Kohlenstoff[4]). Die sogen. Wattverluste, die
ne der Wirbelstrom- und Hysteresisverluste, haben
ch auch ein starkes Abfallgebiet um 1½ vH Si her-
allen aber im Hinblick auf das beinahe gleichmäßige
eigen des elektrischen Leitwiderstandes auch im Ge-
iber 2 vH Si hinaus noch beträchtlich.

Eine andre Wirkung des Siliziums (0,5 bis 1,5 vH),
teigerung der Elastizitäts- und Streckgrenze sowie der
gkeit, wurde bei Federstählen zunutze gemacht. Für
ere Stähle verwendet man in den letzten Jahren auch
einen Siliziumzusatz von rd. 1 vH. Diese Eigen-
t des Siliziums wird natürlich auch im Elektro-
hinenbau in gleichzeitiger Verbindung mit seiner
etischen Güteförderung für gewisse Stähle mit Er-
verwertet.

Eine nachteilige Eigenschaft des Siliziums ist die
bsetzung der Wärmeleitfähigkeit, und zwar durch
I Si um mehr als 50 vH gegenüber reinem Eisen. Mit
n Nachteil muß sich auch der Elektromaschinenbau,
m er besonders schwerwiegend ist, abfinden.

Ein ebenfalls unedles Legierungsmetall, das Man-
, ist auch ein ständiger Begleiter aller technischen
sorten. Bis etwa 2 vH wird es für gewisse Konstruk-
tähle bevorzugt, da es die Streckgrenze und die
gkeit bei nur mäßiger Zähigkeitsverminderung stei-
Diese Stähle kommen aber selten für den Elektro-
hinenbau in Betracht. Ein Mangangehalt über etwa
I hinaus erniedrigt nämlich merklich die Magneti-
arkeit. Der unmagnetisierbare Manganstahl mit 12
3 vH Mn fand im Elektromaschinenbau so gut wie
Aufnahme, da er lediglich durch Schleifen bearbeit-
st. Als Legierungssatz neben anderen gleichartig
nden wird jedoch das Mangan in unmagnetisierbaren
n vielfach verwendet.

owohl Silizium wie Mangan sind an sich vorzügliche
reiswerte Desoxydationsmittel, was ihnen in der ge-
n Stahlpraxis allein schon eine besondere Bedeutung
ert hätte.

n Stelle von Mangan wird für die Konstruktions-
des Elektromaschinenbaues das Nickel bevorzugt,
rmalen Fällen höchstens bis etwa 4½ vH, in welchem
l Nickel bei bester Wirkung auf die Festigkeitseigen-
en die Magnetisierbarkeit nicht nennenswert verklei-
Ein Nickelzusatz von 25 vH macht den Stahl un-
etisierbar. In den unmagnetisierbaren Stählen des
romaschinenbaues wird jedoch Nickel zum Teil durch
an ersetzt, und zwar rd. 2 vH Ni durch 1 vH Mn.
ßlich, obzwar nur für elektrische Geräte von Be-
ng, verdienen hochhaltige Nickelstähle als Wider-
stoffe besondere Erwähnung.

hrom macht den Stahl magnetisch reichlich hart,
es steigert den magnetischen und elektrischen Leit-
stand, die Koerzitivkraft und die Remanenz. Aus
n Grunde verzichtet der Elektromaschinenbau auf die
endung von Stählen mit über etwa 1 vH Cr für Kon-
ionselemente, die eine gute magnetische Leitfähigkeit
sollen. Anderseits ist Chrom ein wertvoller Legie-
bestandteil für Dauermagnetstähle und für Wider-
stoffe. Im Hinblick auf die Gütesteigerung der
keitseigenschaften steht das Chrom mit an der Spitze
dlen Legierungselemente, es ist daher in mäßigen
Anteilen durchweg in allen hochbeanspruchten Konstruk-
tionsstählen des Elektromaschinenbaues vorhanden. Hoch-
haltige Chromnickelstähle mit rd. 18 vH Cr und 8 vH Ni
sind unmagnetisierbar, allerdings im Hinblick auf ihren
Rostwiderstand besonders verbreitet.

Für Dauermagnete haben die Legierungselemente Wolfram und Kobalt die größte Bedeutung. Natürlich verteuern diese Zusätze den Stahl, Kobalt sogar beträchtlich. Sie sind jedoch bevorzugte Bestandteile aller hochwertigen Magnetstähle der Gegenwart geworden.

Vanadin und Molybdän, in Amerika mit besonderem Erfolg häufig benutzte Legierungselemente, werden in den einschlägigen Werkstoffen unsres Elektromaschinenbaues heute noch kaum angetroffen. Beide wurden bis vor kurzem in Deutschland, soweit es sich um Konstruktionsstähle handelte, durch Nickel und Chrom ersetzt, werden aber neuerdings als Zusätze bei Kesselbaustoffen, Molybdän außerdem (aber auch Wolfram) für gewisse Sonderzwecke, auch in Chromnickelstählen verwendet.

Die häufigsten Vertreter der unerwünschten Eisenbegleiter sind Phosphor, Schwefel, Sauerstoff und Wasserstoff. Die vorzüglichen magnetischen Eigenschaften des in der Luftleere umgeschmolzenen Elektrolyteisens sind nicht zuletzt mit auf den Umstand zurückzuführen, daß aus ihm solche Verunreinigungen so gut wie restlos entfernt werden. In den gewöhnlichen Stahllegierungen der Praxis müssen die Verunreinigungen innerhalb gewisser Grenzen als zulässige Mängel betrachtet werden. Verändert man den Gehalt in der Umgebung dieser „Normwerte" um mäßige Beträge, so beobachtet man, daß weder eine einschneidende Verschlechterung noch eine ausschlaggebende Verbesserung der magnetischen Eigenschaften als Folgeerscheinung eintritt. Natürlich verschiebt sich der Maßstab in Fällen, in denen Spitzenanforderungen gestellt werden, so z. B. in bezug auf Dynamobleche. Im allgemeinen verlangen aber die Verunreinigungen, besonders im Hinblick auf den Elektromaschinenbau, keine eingehendere Betrachtung. Der diesbezüglich aus festigkeitstechnischen Gründen bedingte hohe Reinheitsgrad schwieriger Schmiedestücke oder empfindlicher Legierungen soll auch nur nebenbei erwähnt werden; er kommt gegebenenfalls den magnetischen Eigenschaften gleichzeitig zugute.

Wärmebehandlung. Die an sich schlechtweg chemisch härtende Wirkung der Legierungselemente ist in ihrer Größenordnung sowohl von der Art der jeweiligen atomaren wie auch der strukturellen Bindung abhängig. Von gewöhnlichen Gußeisensorten abgesehen, ist man ausnahmslos bestrebt, durch Beeinflussung der vorerwähnten Punkte den mit billigen Mitteln bestmöglichen Wirkungsgrad der Legierungseinflüsse herbeizuführen. Die Warmverformung schmiedbarer Stahlsorten ist meistens der erste Schritt in dieser Richtung. Ihre Wirkung wird durch geeignete Wärmebehandlung vervollkommnet. Bei Stahlformguß entfällt natürlich die Veredelungsmöglichkeit durch plastische Verformung.

Im engeren Sinne bezeichnet man mit Wärmebehandlung einen Vorgang, bei dem zuerst durch Erwärmung auf höhere Temperaturen möglichst viele heterogene Gefügebestandteile des Stahles in feste Lösung gebracht und danach durch eine geeignete Abkühlgeschwindigkeit in einen neueren günstigen Gefügezustand übergeführt werden. Öfters gesellen sich noch weitere Phasen hinzu, die aber grundsätzlich nichts ändern. Es gibt verschiedene Legierungselemente, die außer ihrer chemisch härtenden Wirkung die Abkühlgeschwindigkeit herabsetzen, die sonst für gewisse Arten und Grade einer Umkristallisation notwendig wäre. Die Erniedrigung der Abkühlgeschwindigkeit kommt vor allem der Herstellung großer massiger Körper zugute, bei denen hohe Abkühlgeschwindigkeiten im Hinblick auf die zwangläufig bedingten Eigenspannungen unzulässig wären. Nickel, Chrom, Mangan, Vanadin und noch manche andre Legierungselemente leisten diesbezüglich gute Dienste. Ein treffendes Bild bieten folgende Angaben von Wendt[5]):

[4]) Oberhoffer, S. 219.

[5]) Z. Bd. 66 (1922) S. 616.

Um Martensit zu erzeugen, muß der Temperaturbereich von 700 bis 200 °C bei Kohlenstoffstahl in 6 s, bei Nickelstahl mit 5 vH Ni in 60 s und bei Chromnickelstahl mit 3 vH Ni und 1½ vH Cr in 500 s durchlaufen werden.

Die beste magnetische Leitfähigkeit ist einem gegebenen Stahl im perlitischen Zustand oder in einer nächstliegenden Übergangsform des Gefüges eigen. Die Wärmebehandlung bezweckt in solchen Fällen die Herbeiführung eines möglichst feinkörnigen Zustandes, der in festigkeitstechnischer Hinsicht sehr günstig ist. Von verschiedenen Umständen, wie Legierung, Körperabmessungen, vorangegangener Warm- oder Kaltverformung, hängt es ab, welche Mittel zum Erreichen dieses Zieles anzuwenden sind. Einmal genügt bereits ein Freiglühen von Spannungen bei Temperaturen reichlich unterhalb A_1, vielfach noch ein Glühen kurz oberhalb A_3 mit einer darauffolgenden mehr oder minder langsamen Abkühlung; in zahlreichen Fällen muß man aber den Werkstoff vergüten, ihn von oberhalb A_3 abschrecken (härten) und dann anlassen. Das Härten durch Wärmebehandlung und durch Kaltverformung macht die Stähle auch magnetisch härter. Dauermagnete werden daher im gehärteten und kaum ein wenig angelassenen Zustande verwendet.

Für die gebräuchlichen Konstruktionsstähle fordert man eine gute magnetische Leitfähigkeit; sie werden daher, falls vorher abgeschreckt, entsprechend hoch angelassen. In diesem Endzustand kann man irgendeine ungünstige magnetische Nachwirkung der Vergütung praktisch nicht nachweisen. Als Ausnahme sind die Dynamo- und Transformatorbleche zu erwähnen, die mit merklichem Vorteil in einen gleichmäßigen grobkörnigen Endzustand übergeführt werden. Die unmagnetisierbaren Stähle werden in den meisten Fällen gehärtet und danach nur bei niedrigen Temperaturen spannungsfrei geglüht. Das Härten bezweckt, die sonst nur oberhalb A_3 vollständig stabile unmagnetisierbare Eisenkristallart (Austenit) auch bei Zimmertemperatur möglichst vollkommen zu erhalten.

Eisen- und Stahlsorten des Elektromaschinenbaues

Wie sonst überall in der Gestaltung, wird auch im Elektromaschinenbau Gußeisen für Maschinenteile verwendet, die bei verwickelteren Formen ohne Schaden oder sogar mit Vorzug gewichtig ausgeführt werden können und vor allem nur mäßig beansprucht werden. Bei diesen billigen Anforderungen bedient man sich der sonst üblichen Sorten.

Eine Sonderstellung nimmt das Gußeisen in Fällen ein, wo es magnetischen Fluß zu leiten hat. In Betracht kommt nur ununterbrochen gleichgerichteter Fluß. In magnetischen Wechselfeldern ist eine feine Unterteilung der Eisenquerschnitte nötig, wenn man hohe Wirbelstromverluste vermeiden will. Die Möglichkeit der feinen Unterteilung besteht bei Gußeisen nicht. Anderseits eignet sich Gußeisen für große Energieaufnahme in Form von Wirbelströmen (Wirbelstrombremse) auch nicht so gut wie Stähle, da seine elektrische Leitfähigkeit viel schlechter ist als die des Stahles.

Die Vorstandsvorlage der Gußeisennormen sieht für die erwähnten Sonderfälle einen Maschinenguß mit besonderen magnetischen Eigenschaften, Bezeichnung Ge 12.91 D vor, und zwar ohne besondere Gütevorschriften, jedoch mit gewährleisteter Induktion (AW = Ampere-Windungen):

Erregung AW/cm	magnetische Induktion mindestens
25	7000
50	8500

Metallurgisch lassen diese Anforderungen aus bereits erörterten Gründen danach streben, daß solche Gattierungen verwendet werden, die eine weitestgehende Ausscheidung des Kohlenstoffes in graphitischer Form begünstigen: z. B. wenig Mangan, dagegen reichlich Silizium. Natürlich wirkt ferner eine langsame Abkühlung in der Form außerordentlich günstig. M. a. W. wird diesbezüglich einem Gußeisen mit ferritischer Grundmasse möglichst ohne Perlit der Vorzug gegeben.

Beim gewöhnlichen Maschinenguß kann man allgemein etwa mit folgenden Zahlen rechnen:

Erregung AW/cm	magnetische Induktion
25	4500 bis 5500
50	7000 „ 7500;

infolgedessen kann, falls genügende Querschnitte weitig geboten sind, diese etwas billigere Sorte auc[h] befriedigen.

In jeder Beziehung beste Eigenschaften gewäh[rt] der (amerikanische) schwarze Temperguß. R. Stotz[6]) kann man mit folgenden Mindest[werten] rechnen:

Erregung AW/cm	magnetische Induktion
25	11 500
50	12 500
100	13 500 ,

die sich jenen von Stahlguß auf rd. 78 vH nähern. Festigkeit beträgt 30 bis 35 kg/mm² bei einigen vH nung. Bei all diesen Vorzügen fallen aber die Bes[chrän]kung der Herstellbarkeit auf kleinere Querschnitte stens 20 bis 25 mm Wanddicke) und manchmal die frage gegenteilig in die Wagschale. Aus diesem G[runde] kommt der Temperguß nur für kleinere Maschinent[eile in] Betracht und wird des weiteren nicht besonders betr[achtet].

Eine beachtenswerte austenitische Gußlegierung kürzlich auf den Markt. Sie enthält u. a. etwa 9 vH gan und 4 bis 5 vH Nickel, hat bis mehr als 20 k Zugfestigkeit und gute Bearbeitbarkeit.

Stahlguß verwendet man im Elektromaschin[enbau], falls keine besonderen Anforderungen gestellt werd[en,] den sonst üblichen Güten. Falls eine gute magne[tische] Leitfähigkeit verlangt wird, hat das Stahlwerk vor darauf zu achten, daß der Mangangehalt in m[äßigen] Grenzen (etwa nicht über 0,6 vH) bleibt. Im Hi[nblick] auf die magnetisch härtende Wirkung des Kohlens[toffes] kommen nur weichere Sorten in Betracht, deren F[estig]keitseigenschaften und Magnetisierbarkeit in Zahlent[afel 2] zusammengestellt sind.

Zahlentafel 2
Gewährleistete Festigkeitseigenscha[ften] und Magnetisierbarkeit von Stahlg[uß]

Güteklassen-bezeichnung nach DIN	Gewährleistet als Mindestwerte				
	Zugfestigkeit kg/mm²	Bruchdehnung für $l = 5{,}65\sqrt{F}$	Magnetische Indukti[on] bei AW/cm 25	50	
Stg 38.81 D	38	20	14 500	16 000	1
Stg 45.81 D	45	16	14 500	16 000	1

Die weichere Sorte wird mit einem Kohlenstoff[gehalt] von 0,08 bis 0,15 vH, die härtere mit solchem von 0, 0,25 vH, ferner wie alle magnetisch weich beanspr[uchten] Stähle mit Vorteil siliziert (rd. 0,35 vH) erschmolzen sonders gute Desoxydation und geringe Verunrein[igung] durch P und S sind natürlich von Nutzen.

Gewalzte und geschmiedete Kohlens[toff]stähle, insoweit an sie nur Festigkeitsanforder[ungen] gestellt werden, verwendet man nach den Gesichtspu[nkten] des allgemeinen Maschinenbaues in den genormten [Sorten] (DIN 1611, 1612, 1613, 1621, 1661).

Falls gute magnetische Leitfähigkeit notwendi[g ist,] kommen nur weichere und mittelharte Sorten in Be[tracht]. Gewalzte Profile werden selten als Leiter magnet[ischer] Flüsse verwendet, gegebenenfalls genügen alle einschl[ägigen] Sorten mittleren Ansprüchen. Für Schmiedestück[e] braucht man Legierungen mit nicht über 0,4 vH C. G[egen]wärtig vermißt man noch diesbezüglich genormte S[orten]. Fabriken elektrischer Maschinen stützen sich daher in Vorschriften auf die Festigkeitseigenschaften gen[ormter] Stähle (DIN 1611 und 1661) bei gleichzeitiger Anford[erung] gewährleisteter Mindestwerte der Magnetisierbarkeit einschlägige Verbrauch verdichtet sich vornehmlic[h auf] drei Sorten, Zahlentafel 3.

[6]) ETZ Bd. 48 (1927) S. 878.

Zahlentafel 3
Kohlenstoff-Schmiedestähle

Festigkeitseigenschaften				Magnetische Induktion bei			Übliche chemische Zusammensetzung			Ähnliche DIN-Sorten
(…)grenze (…)mm²	Festigkeit kg/mm²	Dehnung $l = 5{,}65\sqrt{F}$ vH	Kerbzähigkeit mkg/cm²	25 AW/cm	50 AW/cm	100 AW/cm	C vH	Mn vH	Si vH	
(b)is 20	34 bis 42	26	10	15 000	16 500	18 000	0,12	bis 0,6	0,2 bis 0,35	St 34.11; St C 10.61
„ 25	40 „ 50	24	8	15 000	16 500	18 000	0,25	„		St 42.11; St. C 25.61
„ 30	50 „ 60	22	6	14 500	16 000	17 500	0,35	„		St 50.11; St. C 35.61

ie Werte für Dehnung und Kerbzähigkeit gelten bei zu großen Querschnitten für die Längsrichtung oder mfangrichtung über Dorn hohlgeschmiedeter Körper. Magnetisierungswerte sind als die äußersten Möglich- zu betrachten und natürlich nur im geglühten per- en Zustand zu erreichen, auf den auch die Festig- igenschaften bezogen sind. Man ist vielfach in age, sich mit niedrigeren Gewährleistungen zu be- n, die gegebenenfalls eine Ermäßigung der Beschaf- kosten ermöglichen. Wohlbemerkt werden kleinere edestücke auch im vergüteten Zustand verwendet.

er Reinheitsgrad an P und S blieb in Zahlentafel 3 tlich unerwähnt. Vielfach genügt die Innehaltung renzen nach DIN 1611 (P 0,06 vH, S 0,06 vH, P + S) nicht mehr für die Befriedigung der Anforderun- und der Reinheitsgrad nach DIN 1661 (P + S 7 vH usw.) muß angestrebt werden.

wei Sonderlegierungen von Kohlenstoffstählen trifft im Elektromaschinenbau häufig an. Die eine Art arte Stahldrähte mit 120 bis 220 kg/mm² Zugfestig- 0,55 bis 1 vH C), die zum troosto-sorbitischen Zustand iert[7]) und kaltgezogen werden (normale Seildraht- äten). Die andre Art sind reichlich hoch silizierte leche, die bei hohen Festigkeitseigenschaften eine ltnismäßig außerordentlich gute Magnetisierbarkeit isen. Man erreicht z. B. in einem solchen Blech mm Dicke bei 0,45 vH C, 1,72 vH Si, 0,8 vH Mn, H Cr und sonst geringen Verunreinigungen rd. mm² Streckgrenze, rd. 85 kg/mm² Festigkeit, über Dehnung bei $l = 11{,}3\sqrt{F}$, $\mathfrak{B}_{25} = 12\,600$ und $\mathfrak{B}_{100}$ 500. Diese sogenannten Stahldynamobleche werden ich wegen der hohen Festigkeitsforderungen im per- en Zustande verwendet, im Gegensatz zu den mo- und Transformatorblechen — dies möge beson- etont werden. Der hohe Si-Gehalt erfüllt hier eine che Aufgabe: Festigkeitsteigerung, Milderung der C-Gehalt herrührenden magnetischen Härte, weitest- de Desoxydation. Harte Kohlenstoffstahlbleche bis mm² Streckgrenze und 70 kg/mm² Festigkeit, also DIN-Sorten, braucht der Elektromaschinenbau auch und zwar vielfach sogar vergütet.

ie hohen Anforderungen des Elektromaschinenbaues stigkeitstechnischer und meistens zugleich magne- r Hinsicht können nur durch die Verwendung erter Konstruktionsstähle erfüllt werden. er Vielgestaltigkeit der Anforderungen vermißt man r Reihe der üblichen kaum irgendeine Art der sonst ndre Zwecke eingeführten Sorten. Entsprechend den hen Verhältnissen beherrschen die Legierungs- nte Nickel und Chrom diese Gruppe von Stählen, und zwar gewöhnlich in den Anteilen von 1 bis 4½ vH Ni und bis 1,5 vH Cr. Die häufigsten Legierungsgruppen und ihre Eigenschaften sind in Zahlentafel 4 zusammengestellt.

Von der ersten Gruppe abgesehen, sind diese Stähle ausgesprochene hochwertige Stähle; sie werden mit großer Reinheit erschmolzen. Mit steigenden Legierungszusätzen und wachsenden Körperabmessungen werden die Stahlwerke gezwungen, den Gehalt an P und S sogar noch niedriger als je 0,04 vH und insgesamt 0,07 vH zu halten. Die Festigkeitseigenschaften beziehen sich auf Proben in der Längsrichtung bei nicht zu großen Körperabmessungen, wobei steigender Legierungsgrad die diesbezüglich maßgebenden Abmessungen nach oben erweitert. Die Magnetisierbarkeit ist wiederum schlechtweg als die obere Grenze der möglichen Anforderungen, also unter entsprechend günstigen Voraussetzungen und bei mittlerem Vergütungsgrade, zu betrachten.

Die beiden ersten Gruppen, Zahlentafel 4, werden meistens im basischen Siemens-Martin-Ofen erschmolzen, die beiden folgenden, erst recht für größere Stückgewichte, im sauer zugestellten Ofen, da die hierdurch gewährleistete beste Desoxydation für diese bereits empfindlichen Stähle sehr erwünscht, in größeren Stücken geradezu unerläßlich ist. Die beiden vorletzten Sorten sind für höchste Anforderungen vorgesehen, es ist daher ratsam, diese aus reinstem schwedischen Roheisen und entsprechendem Schrot im saueren Ofen herzustellen. Für die unmagnetisierbaren Stähle nimmt man natürlich auch hochwertigen Einsatz und benutzt zum Fertigmachen lediglich sauere, womöglich Elektroöfen.

Es ist schwierig, in kurzen Worten ein Bild darüber zu bieten, welche Güte an Stahlwerkeinrichtungen, welchen Reichtum an Erfahrung und welche Unerschöpflichkeit an Sorgfalt die Herstellung von Schmiedestücken aus manchen der vorerwähnten Stähle erfordert. Ein hochlegierter Block wird am besten nach Erstarren seines Kernes sofort aus der Kokille gezogen und in einem Glühofen sogleich auf Schmiedehitze gebracht. Das warme Schmiedestück wird sorgfältig ausgeglüht und, falls es im vorgedrehten Zustande vergütet werden soll, sehr langsam abgekühlt. Sonst kommen die Stücke nach dem Glühen unmittelbar in das Härtebad (Öl). Verwickelte Körper, aber auch größere, glattgeformte, läßt man im Ölbad nicht vollständig erkalten, vielmehr werden sie bereits bei rd. 300 °C gezogen und in einem Ofen angelassen. Beim Anlassen werden die durch die Ölhärtung bedingten Eigenspannungen weitgehend herabgesetzt, da die Streckgrenze des Werkstoffes bei den meistens in Frage kommenden Anlaßtemperaturen von 550 bis 650 °C beträchtlich erniedrigt wird. Das angelassene Stück wird daher sehr langsam abgekühlt, damit keine neuen Eigenspannungen auftreten.

[7]) Von kurz oberhalb A_3 in flüssigem Blei abgeschreckt.

Zahlentafel 4
Legierte Konstruktionsstähle

Chemische Zusammensetzung					Festigkeitseigenschaften				Magnetische Induktion bei		
C vH	Ni vH	Cr vH	Mn vH	Si vH	Streckgrenze kg/mm²	Festigkeit kg/mm²	Dehnung $l = 5{,}65\sqrt{F}$ vH	Kerbzähigkeit mkg/cm²	25 AW/cm	50 AW/cm	100 AW/cm
(b)is 0,4	1 bis 1½	bis 0,3	bis 0,6	0,2 bis 0,35	35 bis 40	60 bis 70	22 bis 20	8 bis 16	14 000	16 000	17 000
„ 0,4	2 „ 3	„ 0,5	„ 0,6	„	35 „ 45	60 „ 70	22 „ 20	~ 10			
„ 0,35	3½ „ 4½	„ 0,5	„ 0,6	„	40 „ 50	60 „ 75	22 „ 18	12 bis 8			
„ 0,35	2	1	„ 0,5	„	45 „ 50	60 „ 75	22 „ 20	über 10			
„ 0,35	3	1	„ 0,5	„	50 „ 55	65 „ 75	20 „ 18	„			
0,5	2 bis 3	1½	„ 0,4	„	60 „ 80	75 „ 100	17 „ 13	„	kein guter magn. Leiter		
(b)is 0,7	7,5 „ 15	0 bis 4	9 bis 5	bis 0,5	30 „ 70	70 „ 100	40 „ 18	20 bis 8	unmagnetisierbar		

Chromnickelstähle mit mehr als etwa 0,5 vH Cr erweisen sich vielfach anlaßspröde, d. h. falls sie den Temperaturbereich von 550 bis 450 °C beim Abkühlen langsam durchlaufen, tritt unter Umständen eine Kaltbrüchigkeit auf (Kerbsprödigkeit). Dies wird jedoch verhütet, falls man sie nach dem Anlassen nicht langsam abkühlt, sondern zum zweitenmal in Öl abschreckt. Den in größeren Stücken hierbei möglicherweise wiederholt entstandenen Eigenspannungen wird durch ein Freiglühen bei rd. 450 °C (nicht darüber hinaus) mit darauffolgendem langsamem Abkühlen entgegengetreten. Der Ausbildung hoher Eigenspannungen beugt man durch Querschnittsunterteilung (Vermehrung der freien Oberflächen, und zwar durch Schaffung solcher auch im Innern der Werkstücke) am besten vor. Diese Maßnahme in Verbindung mit dem Freiglühen von Spannungen ermöglicht einwandfrei, das Gefahrengebiet der Eigenspannungen praktisch restlos zu beherrschen.

Neuerdings schaltet man übrigens die Möglichkeit der Anlaßsprödigkeit durch einen Zusatz von Molybdän (0,3 bis 0,4 vH) oder Wolfram (0,7 bis 1 vH) von vornherein aus, so daß die Stücke von der Anlaßtemperatur langsam abgekühlt werden können, ohne der Kerbsprödigkeit zu verfallen. Dieses Vorgehen hat sich bereits bei Kurbelwellen von Verbrennungsmotoren in jeder Beziehung als brauchbar erwiesen.

Die scheinbar geringfügigsten Umstände müssen bei der Herstellung höher legierter Schmiedestücke sorgfältig beachtet werden. Gleichmäßige Temperaturen im ganzen Ofen, Innehaltung zulässiger Erwärmungsgeschwindigkeiten (zu hohe können den Kern großer Stücke leicht sprengen), genaue Vergütungstemperaturen und noch verschiedene andre Erfordernisse sind die Voraussetzung auch bei Verarbeitung bestgeeigneter Güsse für die Erreichung möglicher und gewährleisteter Eigenschaften. Gelingt die Wärmebehandlung nicht, dann müssen die Stücke nachbehandelt, d. h. wiederholt vergütet werden. Für große legierte Körper bedeutet aber eine solche Vielhärteprobe eine ernste Gefahr.

Falls die gute Magnetisierbarkeit ohne Bedeutung ist, können auch die ersten fünf Gruppen, Zahlentafel 4, bei geeigneten Körperabmessungen reichlich härter als angegeben vergütet werden. Die Stähle der vorletzten Gruppe, Zahlentafel 4, werden durchweg im hochvergüteten Zustande verwendet, freilich nicht für Konstruktionsteile, die eine gute magnetische Leitfähigkeit aufweisen müssen. Die letzte Stahlsorte, Zahlentafel 4, wird durch Abschrecken (Härten) in dem unmagnetisierbaren austenitischen Zustand bei Zimmertemperatur gefestigt, der jedoch, bei Anlaßtemperaturen von 400 bis 500 °C an, schrittweise in den martensitischen übergeht, wodurch der Stahl nicht nur magnetisierbar, sondern auch spröde wird. Dieselbe Wirkung ruft beträchtliche Kaltbearbeitung hervor. Diese Stähle werden deshalb nur bei Temperaturen unter 400 °C spannungsfrei geglüht.

Die Streckgrenze der Stähle beträgt jedoch nach dieser Behandlung in den bestgeeigneten Legierungen (Kohlenstoff zum Teil durch Chrom ersetzt) nur rd. 45 kg/mm². Für höhere Anforderungen müssen die Stähle bei entsprechender Vorsicht durch Kaltverformung zusätzlich gehärtet werden. So gelingt es, die Streckgrenze vergüteter und kaltgeschmiedeter Ringe bei noch reichlicher Zähigkeit bis über 70, die Festigkeit bis 100 kg/mm² zu erhöhen, ohne daß der Stahl magnetisierbar wird. Aus Legierungen, die in bezug auf die Beständigkeit ihrer Unmagnetisierbarkeit am günstigsten zusammengesetzt sind, lassen sich sogar Drähte mit 120 bis 150 kg/mm² Festigkeit kaltziehen. Ein Glühen (am besten Tempern zu nennen, da das Glühen bei so niedrigen Temperaturen vorgenommen wird, daß im wesentlichen nur übermäßige Eigenspannungen herabgesetzt werden) vollendet in allen Fällen die Fertigung. Die Stähle sind recht schwer zu bearbeiten; drehen und bohren kann man nur bei kleinen Schnittgeschwindigkeiten, wodurch sie auch teurer werden.

Maschinenteile, die magnetische Wechselflüsse zu leiten haben, werden aus Dynamo- und Transformatorblechen angefertigt, um die Erwärmung der Maschinen zugunsten ihrer Leistungsfähigkeit zu beeinflussen und um den Wirkungsgrad zu ver Volle Siliziumstähle kann man nicht verwenden, Wirbelstromverluste, als ein Teil der (gesamt magnetisierungs-) Eisenverluste, proportional d frischen Leitfähigkeit des Stahles, dem Quadrat duktion, der sekundlichen Periodenzahl und prop dem Querschnitt anwachsen. Daher werden di schinenteile aus Paketen dünner Bleche gebildet, einer Seite mit dünnem Papier zur Isolation bekle lackiert werden. Durch Siliziumzusatz bei Stah wie gesagt, die elektrische Leitfähigkeit (folgl Wirbelstromverlust) herabgesetzt und die Remane Koerzitivkraft, also der Flächeninhalt der Hys schleife bei gegebenen Höchstinduktionen (= H sisverlust) vermindert.

Zum allgemeinen technischen und wirtscha Vorteil wurden die Dynamobleche kürzlich g (DIN/VDE 6400). Die Legierungsarten wurden Normblatt auf vier beschränkt, normale Dynamo schwach, mittelstark und hochlegierte Bleche, die gewöhnlich Transformatorbleche genannt.

Der chemische Aufbau der Rohblöcke ist in tafel 5 zusammengestellt.

Die Zahlenwerte sind keineswegs als starre Gre betrachten. Je niedriger ein Stahlwerk seine Le gen an C, Mn, P, S, ferner an schädlichen Sauers bindungen und dergl. erschmelzen kann, ein um ringerer Siliziumzusatz reicht für die Einhaltung gewissen Verlusthöhe aus. Den Vorzug verdient und derselben Verlustzahl im allgemeinen jene rung, die die wenigsten Zusätze, und zwar auch an hält, da die Magnetisierbarkeit hierdurch geförder

Die Herstellung der Stähle erfordert, von der abgesehen, eine sehr sorgfältige Überwachung. Die der Güte I bis III werden im Siemens-Martin-O schmolzen. Das Ferrosilizium wird in der Pfanne geben. Sowohl bei Güte II wie auch bei Güte II besonders darauf geachtet, daß der Stahl aus der S nicht wieder Phosphor aufnimmt. Vielfach läßt m Stahl aus dem Bodenloch der Abstichpfanne in eine Pfanne fließen, auf deren Boden man vorher Fe zium eingebracht hat, damit die Schlacke von de zierten Stahl scharf getrennt wird. Hierbei wi Stahl gut durchgemischt, nicht unerwünscht vorg nachher aber um die Reaktionswärme des Ferrosi zusatzes bereichert.

Den Stahl für die hochlegierten Bleche, Gü stellt man im Elektroofen her, und zwar, um die che Zusammensetzung bestens beherrschen zu könne durchweg festem Schroteinsatz. Man siliziert den wie bei der Güte II und III. Als zweite Pfanne wi weise der Elektroofen selbst benutzt. Die Reaktions ist derart mächtig, daß man den bereits silizierten vor dem Vergießen, unter einer guten Kalkdecke, abkühlen lassen muß.

Die Blöcke[8]) werden mit verschiedenen Zwi glühungen bei Temperaturen von 1100 bis 750 °C walzt. Niedrigere Walztemperaturen machen sich nach der Fertigglühung ungünstig (Verlustziffer) b bar, da die Ausbildung einer gleichmäßigen grober nung des Gefüges (Ferrit, in Lösung Silizium entha zum Teil vereitelt wird. Die beste Glühtemperat 800 ° C. Die Bleche werden, in Kisten verpackt, ge Beim Glühen, aber auch während des Walzens, der Kohlenstoffgehalt laufend abgebaut (bis 75 vH) mit Hilfe von Sauerstoff ver- und entgast. Der Res bleibt an den Korngrenzen als elementarer Graphi Zwischenglühungen setzen auf diese Weise zugleich den schädlichen Sauerstoffgehalt weitestgehend her

Mit steigendem Si-Gehalt, besonders von etwa an, werden die Bleche bei Zimmertemperatur außero lich spröde, so daß man ihnen nur sehr geringe I keitsbeanspruchungen zumuten darf. Eine gering wärmung, zwischen 50 und 300 °C, macht den Wer merklich weicher und plastischer, was für die Bearb wertvoll ist.

---

[8]) Eichenberg und Oertel, Werkstoffausschuß-Berich Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.

Zahlentafel 5
Zusammensetzung der Rohblöcke

Blechart	Chemische Analyse C vH	Mn vH	Si vH	P vH	S vH
				höchstens	
ormale Dynamobleche	bis 0,1	0,1 bis 0,35	0,5 bis 0,7	0,04	0,04
chwach legierte Bleche	„ „	0,2 „ 0,35	1,2 „ 1,4	„	„
iittelstark legierte Bleche	„ „	0,2 „ 0,3	2,2 „ 2,6	„	„
ochlegierte Bleche	„ 0,08	0,1 „ 0,2	3,8 „ 4,2	0,025	0,025

chließlich sei mit Nachdruck erwähnt, daß die etischen Eigenschaften durch Kaltbearbeitung sehr unig beeinflußt werden. Der Werkstoff ist außergelich empfindlich, stumpfe Stanzwerkzeuge oder sogar ichten durch Kalthämmern sind nach Möglichkeit zu iden.

ie magnetische Härte ist die Grundbedingung bei ermagnetstählen. Die billigste Art ist der nstoffmagnetstahl mit 0,8 bis 1,2 vH C und 0,3 bis Mn. Etwa um 25 vH verbessert den Stahl ein Chromz von 1,5 bis 3 vH. Eine weitere Gütesteigerung t eine Wolframlegierung mit 5 bis 6 vH W, rd. H C, bis 1 vH Cr, 0,2 bis 0,5 vH Mn.

er beste, von Prof. Honda angegebene KS-Stahl) bis 40 vH Co, 5 bis 9 vH W, 1,5 bis 3 vH Cr, 0 bis Mo, ist außerordentlich teuer. Man begnügt sich st durchweg auch für sehr hohe Ansprüche mit ger legierten Kobaltstählen, mit je rd. 5, 10 oder Co und einigem Cr- und auch Mo-Gehalt. Die Stähle n in gehärtetem und kaum angelassenem Zustand bis 130 °C) verwendet. Auf ihre mit steigenden Legszusätzen erhöhte Empfindlichkeit und die Umlichkeit der plastischen, thermischen und magneti- Fertigstellung möge nur kurz hingewiesen werden.

Stahl- und Eisenteile elektrischer Maschinen

ie technische und wirtschaftliche Einstellung der romaschinenfabriken weist vielfach große Unterle auf, die nicht zuletzt in der Auswahl ihrer stoffe als Folge der Konstruktion zum Ausdruck en. Auf viele Einzelheiten kann im folgenden kurzen lick nicht Rücksicht genommen werden. Aus diesem e mögen die nachstehenden Ausführungen, ohne dies rholt zu betonen, als eine Schilderung des Üblichen Vichtigsten betrachtet werden.

ür Grundplatten, Lagerböcke und Gese wird, von wenigen Ausnahmefällen abgesehen, gelicher Maschinenguß verwendet. Abweichungen beder Sparzwang an Gewicht oder Raum, oder die Wirtlichkeit. Besondere Beachtung erfordern Fälle, in Gußeisen als magnetischer Leiter dient, wie z. B. häuse von Gleichstrommaschinen, als Joch die Gleichpole verbindend. Die aus baulichen Gründen erforhen Eisenmassen bieten öfters Querschnitte, die sogar ewöhnlichem Maschinenguß magnetisch genügen, nfalls bedient man sich des Maschinengusses mit beren magnetischen Eigenschaften. Manchmal muß auch diese hochwertige Gußart dem Stahlguß den itt lassen, dessen Verwendung sowohl festigkeitssch wie magnetisch eine Verminderung der Querte um rd. 50 vH zuläßt. Bekannte Abarten sind e Einbaumotoren und dergl., aber auch die Gehäuse ransformatoren aus hochgewelltem Blech, wo außer ewichtsverminderung die gute Wärmeabgabe schwer ewicht fällt.

er Ständeraufbau elektrischer Maschinen hängt er Art der magnetischen Ströme ab. Für magnetische hflüsse kommen volle Polkörper aus Stahlguß oder eblätterten Polschuhen (Dynamoblech I) in Betracht. etische Wechselflüsse machen die Verwendung eines ynamoblechen geschichteten Stahlzylinders erforderund zwar für normale Drehstrommotoren und -er-r, ferner für Einankerumformer aus Dynamoblech I, einere Turbodynamos und gegebenenfalls für Mantelen aus schwachlegierten (Güte II), für größere dynamos und geschlossene Motoren aus mittellegierten Blechen (Güte III). Aus mannigfaltigen Gründen wählt man jedoch im Bedarfsfalle bessere Bleche, so für Mantelmotoren Dynamobleche III, für Drehstromerzeuger schwach und mittellegierte Bleche. Eine Sonderbehandlung erfordern vor allem Hochfrequenzmaschinen (500 bis 1000 Per./s) in allen ihren Teilen. Die dünnere Sorte hochlegierter Dynamobleche ist für diese nur eben gut genug.

Für die Preßplatten der Blechschichtung ist Gußeisen in manchen Fällen sehr gut geeignet (schlechte elektrische und magnetische Leitfähigkeit), jedoch festigkeitstechnisch nicht immer hinlänglich, z. B. für große Dynamos, für die Stahlguß herangezogen werden muß. Ein unmagnetisierbares Gußeisen dürfte für diese Zwecke erhöhte Vorteile gewährleisten, man hätte von Fall zu Fall seine Preiswürdigkeit zu untersuchen. Unmagnetisierbarer Stahlguß ist kaum verwendbar, da die einigermaßen bearbeitbaren Sorten, also keine reinen Manganlegierungen, unerschwinglich teuer sind.

Ein außerordentlich beachtenswertes Gebiet ist für diese Betrachtungen der Läuferaufbau, dessen Anforderungen an die Stahlwerke manchmal Spitzenaufgaben darstellen. Gewöhnlich verursachen die geringsten Schwierigkeiten solche Maschinengattungen, in denen der Läufer magnetischen Wechselflüssen ausgesetzt ist. Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei gesagt, daß dies keine unmittelbare Folge der Art des magnetischen Flusses, vielmehr das Ergebnis der hierfür üblichen konstruktiven Lösungen ist. Von Wirbelstrombremsen abgesehen, erfordert der magnetische Wechselfluß einen lamellierten Aufbau. Die Blechgüte ist nicht nur dem zulässigen Leistungsverlust, sondern öfters in erster Linie den Festigkeitsanforderungen der Konstruktion anzupassen. Für die Läufer von Drehstrommotoren und -erzeugern gelten jeweils dieselben Gesichtspunkte wie für ihre Ständer. In Gleichstrommaschinen und Einankerumformern verwendet man gewöhnlich für den Läufer schwach- oder mittellegierte Dynamobleche, wogegen für die Ständer derselben Maschinen das normale Dynamoblech I meistens genügt. Was die zulässigen Festigkeitsbeanspruchungen der Dynamobleche betrifft, sind die mittellegierten Bleche noch bis rd. 40 m/s Umfangsgeschwindigkeit verwendbar, die Festigkeitseigenschaften hochlegierter Bleche sind im allgemeinen sehr wenig verläßlich.

Der Zylinder aus geschichtetem Blech wird bei kleineren Läuferdurchmessern unmittelbar auf eine ziemlich schlanke Tragwelle aufgeschoben. Bei größeren Abmessungen trägt die Welle einen sogenannten Läuferstern, je nach Umfangsgeschwindigkeit und Zusatzbelastung, aus Gußeisen oder Stahlguß, auf den die zylindrischen Blechpakete zu sitzen kommen. Bei kleineren und mittleren Abmessungen können die Läuferbleche als geschlossene Ringe gestanzt werden, von einem gewissen Durchmesser ab jedoch nur als Ringausschnitte. Hierbei kann der Blechkörper bei geeigneter axialer Verbolzung noch öfters sein Eigengewicht tragen, wobei die Umfangssicherung am Läuferstern ihn meistens doch mehr oder minder entlastet. Vielfach ist es aber auch notwendig, die Fliehkräfte des Blechringkörpers teilweise oder sogar gänzlich auf besondere seitlich angeordnete volle Stahlringe oder auf den Läuferstern zu übertragen.

Die Wellen selbst werden öfters großen Wechselbeanspruchungen ausgesetzt. Da sie keinen Magnetfluß zu übertragen haben, ist man bei der Wahl des Werkstoffes weniger beschränkt. Ihr Werkstoff ist z. B. für Bahnmotoren ein hochvergüteter Chromnickelstahl entsprechend der vor-

letzten Sorte, Zahlentafel 4, der dem Stahl hochbeanspruchter Fahrzeugkurbelwellen gleichkommt. In günstigen Fällen wird natürlich die Güte des Werkstoffes bis auf die gewöhnlicher gezogener Rundstähle heruntergesetzt.

Für Läufer mit Gleichstromwicklung brauchen die magnetischen Leiterquerschnitte höchstens zum Teil geblättert zu sein. Dies hängt mit den elektrischen und konstruktiven Eigenheiten der Maschine zusammen. Im Falle ausgeprägter Pole werden diese selbst meistens aus Stahlguß, bei größten Belastungen aus Schmiedestücken angefertigt und, falls nötig und möglich, mit geblätterten Polschuhen aus Dynamoblech versehen. Die Pole werden bei geringer Polzahl (4 bis 6) unmittelbar auf der geschmiedeten Welle, bei größerer Polzahl auf Zwischenträgern befestigt. Für größte Umfangsgeschwindigkeiten bestehen die Zwischenträger aus Stahlscheiben (Kohlenstoffstähle, höchstens niedriglegierte, vergütet), die auf der Welle sitzen, unter Umständen sogar als ungebohrte Vollscheiben mit Flanschwellen durch axiale Bolzen verschraubt sind. Bei niedriger Umfangsgeschwindigkeit und geeignetem größeren Durchmesser ist der Umlaufkörper auch dreifach gegliedert: Welle, daraufsitzend ein Gußkörper, auf den geschmiedete Tragringe aufgeschrumpft sind, die allein die gesamten Polfliehkräfte übernehmen.

Einfacher im Aufbau sind gegossene Polträger, zumeist in Schwungradform, als Bindeglied zwischen Welle und Polen. Gußeisen wird bis rd. 30, Stahlguß bis rd. 40 m/s für diesen Zweck verwendet. In diesen Fällen sind freilich bereits im Hinblick auf das Schwungmoment durchweg genügende Eisenmassen vorhanden, so daß die geringere magnetische Leitfähigkeit des Gußeisens keine Schwierigkeit bedeutet. Äußerste festigkeitstechnische Anforderungen werden an Läufer bei Wasserturbinenantrieb gestellt, die gegebenenfalls durch Abkehr von der sonst billigeren Konstruktion mit ausgeprägten Polen bewältigt werden.

Die in bezug auf Tragfähigkeit höchste Entwicklungsstufe von Läufern mit Gleichstromwicklung stellt die Unterbringung der Wicklungsbündel in vollen zylindrischen Stahlkörpern dar (Trommelläufer). Man kann hierdurch Umfangsgeschwindigkeiten von 150 m/s bewältigen. Je nach Umlauf- und Polzahl, ferner Größe des Durchmessers, ergeben sich bei der Betriebsdrehzahl Beanspruchungen von 5 bis 20 kg/mm² in diesen Konstruktionen. Die maßgebenden Spannungen sind zur Wellenachse tangential und radial gerichtet, welchem Umstand Ausführungen, wie auf eine schlanke Welle aufgeschrumpfte Stahlplatten oder über Dorn geschmiedete Hohlzylinder mit angeschraubten Flanschwellen gut gerecht werden, da ihre tangentiale Schmiedefaser die günstigste Richtung des Festigkeits- und Zähigkeitshöchstwertes gewährleistet. Außerdem kann man die Vergütungsquerschnitte ziemlich klein halten.

So genügen auch für die höchstbeanspruchten Maschineneinheiten dieser Art mäßig legierte Stähle etwa mit 2 bis 3 vH Ni und bis 0,5 vH Cr. Für die Mittelwelle oder die Flanschwellen verwendet man höchstens einen Werkstoff mit geringstem Nickelzusatz. Diese Ausführungsarten sind allerdings nur für 4- bis 6polige, entsprechend 1500 und 1000 Uml./min bei 50 Per./s, mittels Dampfturbine angetriebene Läufer verwendbar und üblich. Auf diese Weise erbaut man jedoch in Ausnahmefällen auch höchstbeanspruchte Läufer für Wasserturbinenantrieb. Nach Möglichkeit vermeidet man es, da diese Konstruktion, wenn auch festigkeitstechnisch vorzüglich, doch sehr teuer ist.

Ähnlichen Aufbau weisen manchmal auch zweipolige Läufer für Dampfturbinenantrieb bei 3000 Uml./min für 50 Per./s (schlechtweg Turboläufer genannt) auf, freilich für kleinste Leistungen. Der Ballen wird auf einer schlanken Welle aus Dynamoblech I geschichtet. Größere Leistungen dieser Gattung erfordern derartige radiale Ringstärken zur Aufnahme der eigenen und der Wicklungsfliehkraft, daß weder das Überdornschmieden noch die Plattenkonstruktion mit durchgehender Welle möglich ist. Die zum vollen Läuferkörper erweiterte Welle ist daher die kennzeichnende Ausführungsart für Stromerzeuger bei 3000 Uml./min.

Es ändert im wesentlichen garnichts, ob die Wi unmittelbar in die massive Welle eingebettet (M läufer) oder darauf ringsherum durch Zwischenglied meist lamellierte, sogenannte Wicklungsträger eing ist (paketierter Läufer). Die volle längsgeschm Läuferwelle hat in beiden Fällen den maßgebenden t tialen und radialen Beanspruchungen standzuhalten

Mit wachsendem Durchmesser und steigende fangsgeschwindigkeit werden solche Wellen aus K stoffstählen mit 22 bis 30 kg/mm² Streckgrenze bis beinahe höchstlegierten Stählen mit 50 bis 55 kg/mm² grenze hergestellt. Vorgedrehte Wellen für 0,9 b Ballen-Dmr. und rd. 3 m Ballenlänge, mit angesch ten Zapfen wiegen rd. 20 t. Solche Wellen werd einem Block, der das Drei- bis Vierfache des bearb Stückes wiegt, hergestellt, da ein zwei- bis dreim Verschmieden entsprechende Blockquerschnitte, u Sicherheit gegen Lunkerreste im Stück reichliche höhe bedingt.

Das Stahlwerk wendet die denkbar größte S beim Gießen, Schmieden und Vergüten solcher Stüc Nicht minder gewissenhaft prüft der Elektromasc bau die Wellen. Obzwar die mit einem mittleren loch versehenen Wellen in gewissem Maß auch von vergütet werden, soll man sich doch von vornherei sein, daß die Festigkeitseigenschaften des Balleni nicht so gut sein können wie die in Zahlentafel 4 g ten, die etwa in Längsrichtung für die Wellenenden Läufer gültig sind. Falls man in radialen oder t tialen Proben aus inneren Querschnitten eine um bis 15 vH geringere Streckgrenze, eine um 25 bis geringere Dehnung, eine um nicht mehr als 40 vH ger Kerbzähigkeit als in Längsproben von Außensch des Körpers beobachtet, liegt ein sehr gut gelu und außerordentlich verläßliches Stück vor. Die lungsträger paketierter Läufer sind meistens aus g ten Stahldynamoblechen axial aneinandergereiht zusammengenietet. Gegebenenfalls werden sie tro trächtlicher Preiserhöhung mit Vorteil aus leg Stählen im Gesenk geschlagen, vergütet und auf gefräst, freilich nur aus Stählen mit befriedigende gnetisierbarkeit.

Ein besonderes Kapitel bildet das Auffangen u fender Wicklungsköpfe in Trommelläufern, wozu den zuletzt behandelten auch die der Läufer aller Mo Gleichstrommaschinen und Einankerumformer zu nen sind. Hart gezogene Stahldrähte werden m verwendet, auch die unmagnetisierbaren Sorten in S fällen, wo unerwünschte magnetische Nebenschlüs vermeiden sind oder sonstige elektromagnetische G vorliegen. Anstatt Drahtbänder legt man meistens di massive Hohlzylinder aus Stahl um die Wickelköpf Turboläufern. Damit man magnetische Verluste meidet, erhalten normale Stahlzylinder an der Ans stelle am Ballenende unmagnetisierbare Einsatz Öfters wird aber die ganze Kappe aus unmagnetisier Stahl angefertigt, um noch weitere Vorteile zu erre Entsprechend dem große Bereich üblicher Läufer messer und Kappenbeanspruchungen von den geri bis über 25 kg/mm² bei Betriebsumlaufzahlen verw man magnetische Stähle von 28 bis 80 kg/mm² S grenze und unmagnetisierbare von 30 bis 70 kg/mm

Ähnlichen Beanspruchungen wie die Wicklun pen wird die am Läufer angebaute Lüfterkonstr ausgesetzt. Bei kleinen Umfangsgeschwindigkeiten man an einem Lüfterring eine Anzahl rechtwinkli gebogener Blechstücke an, bei größeren werden U-f gebogene Bleche an zwei parallele Ringe angehängt Blechschaufeln werden nur durch ihre eigene, die L ringe neben ihrer eigenen auch durch jene, als Zusa wirkende Zentrifugalkraft der Schaufeln beansp Die Ringe müssen aus Konstruktionsgründen me mit möglichst geringem Querschnitt ausgeführt w man versucht daher, ihre Zusatzlast durch Verwe dünner Schaufelbleche in mäßigen Grenzen zu h Diese Schaufeln, von der einfachen, rechtwinklig gebogenen Ausführung aus handelsüblichem Blech fangen, erfordern bei größter Umfangsgeschwindigk

tigung aus bestem harten Stahlblech, das, räumlich
mmt in dem die Ringe überbrückenden Abschnitt,
im Gesenk geschlagen und vergütet wird.
ie Beanspruchung der Lüfterringe wächst gleich
der Schaufeln; man stellt sie aus einfachen Kohlen-
ählen bis zu solchen aus legierten Stählen von
60 kg/mm² Streckgrenze her. Da diese Bauelemente
tisch nicht beansprucht werden, sind hohe Vergü-
grade zulässig, so daß man den höchsten Anforde-
n mit einer Legierung von rd. 2 vH Ni und 1 vH Cr
ch genügen kann. Was über den Vergütungsgrad
führt, gilt auch für die Wicklungskappen aus magne-
aren Stählen, die allerdings vielfach eine Legie-
mit 2 bis 3 vH Ni und 1,5 vH Cr erfordern.
ne nicht nur konstruktiv beachtenswerte, sondern
m Hinblick auf ihren Stahlverbrauch nennenswerte
spielen raschlaufende, hochbeanspruchte Schwung-
die bei elektrischen Antrieben mit kurzzeiti-
außerordentlich hohen Lastspitzen als Energie-
er dienen. Die Ilgner-Räder werden zumeist in
ungebohrter Scheiben gleicher Festigkeit aus Stahl
sen, an die beiderseits Flanschwellen angeschraubt
n. Als Werkstoff ist Stg. 45.81 üblich. Bei 140 m/s
gsgeschwindigkeit und rd. 4,4 m Dmr. wiegen sie
70 t. Die Beherrschung des Gießvorganges und eine
ngsvolle Wärmebehandlung so großer Stücke ist für
ahlwerker keine leichte Aufgabe.
bgesehen von den Schutzkasten und Ölbehältern und
n gleich untergeordneten Bestandteilen bestehen die
nassen von Transformatoren aus geschich-
Dynamoblechen. Wird in einem Kraftwerk eine nicht
belastete Maschine stillgesetzt, so verbraucht sie
nbelasteten Zustand keine Energie. Die meisten
formatoren hängen aber, ob belastet oder unbelastet,
nd am Netz. Um die Unkosten ihrer Leerlaufver-
zu vermindern, erwies sich die Verwendung hoch-
er Dynamobleche mit 0,35 mm Dicke als durchaus
n, obzwar deren Preis um rd. 40 vH höher liegt als
mäßiger legierter Sorten. Für Transformatoren,
r bei Belastung eingeschaltet werden, entfällt dieser
tspunkt. Bahntransformatoren, die außerdem meist
edrigerer Frequenz als 50 Per./s arbeiten, stellt man
sogar aus normalen Dynamoblechen her. Ebenso
nichts im Wege, die Blechgüte von Anlaß-, Schweiß-
und Ofentransformatoren herabzusetzen. Ihre Ausführung erfolgt auch, wenn möglich, in dem billigen Dynamoblech I.

Nach den ersten Entwicklungsstufen verschwanden die Dauermagnete aus dem Elektromaschinenbau, um vor kurzem wieder eine gewichtige Bedeutung für einen Sonderbedarf der Kraftfahrzeugindustrie zu erlangen. Für Lichtmaschinen, Anlassermotoren und Zündmagnete verwendet man Dauermagnete fast durchweg aus den einschlägigen Chrom- oder Wolframstählen. Kobaltstähle werden zu diesen Zwecken selten, häufig aber für Meßinstrumente und physikalische Geräte gebraucht.

Sonderlegierungen in elektrischen Geräten

Als Widerstandmetalle sind Eisenlegierungen vorherrschend. Bereits bei mittleren Zusätzen an Ni, Mn und Cr, vielfach genau in der gleichen Zusammensetzung wie die der im Elektromaschinenbau üblichen unmagnetisierbaren Stähle, erhält der Stahl vorzügliche Eigenschaften nicht nur im Hinblick auf einen hohen Leitwiderstand, sondern infolge seiner hohen Hitzebeständigkeit.

Wie in einem früheren Abschnitt erwähnt, weist nach unseren heutigen Kenntnissen die höchste magnetische Sättigung eine Eisenkobaltlegierung, Fe_2Co, mit 34,6 vH Co auf, die z. B. als Werkstoff für Polspitzen starker Elektromagnete vorzügliche Dienste leistet, falls man größtmögliche Kraftliniendichte verlangt[9]).

Besonders große Anfangspermeabilität ist Nickeleisenlegierungen eigen:

Permalloy 78,5 vH Ni, Rest Fe
Mumetall 74 „ „ , 20 vH Fe, 1 vH Mn, 5 vH Co

Mit ihnen umspinnt man die sogenannten Krarupkabel, in denen die kapazitive Phasenverschiebung der Fernsprechströme wirksam ausgeglichen wird. Ferner eignen sich diese Legierungen bestens für Eisenkerne verschiedener Sondertransformatoren[9]).

Schließlich wäre der Nickelstahl mit 30 vH Ni zu erwähnen, der als Werkstoff für den magnetischen Nebenschluß gewisser Dauermagnete, z. B. in Elektrizitätszählern und Drehspul-Meßgeräten, um die sonstigen Temperatureinflüsse auf den Hauptfluß auszugleichen, ein dankbares Absatzgebiet fand. [B 789]

[9]) Freese, Handbuch der drahtl. Telegraphie.

Trockenprüfmaschine für isolierte elektrische Leitungen

Nach den vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen „Normalien für isolierte Leitungen" ist die Spannungsfestigkeit der Isolation dadurch zu prüfen, daß die Leitungen nach 24stündigem Liegen unter Wasser an die Prüfspannung gelegt werden. Dies Prüfverfahren hat verschiedene Nachteile: Es erfordert viel Zeit und Arbeit und gestattet nur die Feststellung der schwächsten Stelle in der Leitung, da nur diese durchgeschlagen wird. Beim Durchschlag tritt an der Fehlerstelle Wasser ein, das auch bei sorgfältiger Trocknung in Luftleere nicht immer vollständig entfernt werden kann.

Bei der Massenherstellung von Gummiaderleitungen erwies sich mit der Zeit dieses Prüfverfahren als sehr umständlich und zeitraubend, so daß man nach einem andern Verfahren zu suchen begann. Die Allgemeine Elektricitäts-gesellschaft hat nun zu diesem Zweck in ihrem Kabelwerk Oberspree eine Trockenprüfmaschine aufgestellt, mit der die Prüfung isolierter Leitungen bei Spannungen bis 16 000 V möglich ist, vergl. Abb. Die Leitungen laufen von der Kabeltrommel durch einen mit Stahlkugeln gefüllten Metalltrichter, der unten durch federnde Metallfinger abgeschlossen ist, die sich gegen die zu prüfende Leitung legen und das Herausfallen der Kugeln verhindern. Der Metalltrichter wird an den einen Pol eines Transformators angeschlossen, der andre Pol ist mit dem Maschinengestell verbunden.

Oberhalb des Metalltrichters befindet sich eine Farbspritze, die an der geprüften Leitung einen Farbenfleck anbringt, sobald die Isolierung an einer Stelle durchgeschlagen ist. Außerdem läuft mit gleicher Geschwindigkeit wie die Prüfleitung ein Papierstreifen, auf dem die Fehler aufgezeichnet werden. Auf diese Weise ist es möglich, die Leitungen in kurzer Zeit fortlaufend zu prüfen und die angezeichneten Fehlerstellen nachträglich zu beseitigen.

[M 898] Parey

Trockenprüfmaschine für isolierte Leitungen
a Metalltrichter mit Stahlkugeln *b* Farbspritze
c Aufwickelvorrichtung *d* Ablaufvorrichtung

Die Nichteisenmetalle in der Elektrotechnik

Von W. Wunder, Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin

Die für die Elektrotechnik wichtigsten Nichteisenmetalle und ihre Legierungen werden erläutert; Hauptanwendungsgebiete wer auf Grund ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften beschrieben.

Neben Stahl und Eisen werden in der Elektrotechnik mehr als auf andern Gebieten unserer neuzeitlichen Technik Nichteisenmetalle gebraucht. Für den mechanischen Teil der stromerzeugenden und stromverbrauchenden Maschinen verwendet man in großem Umfang Eisen und Stahl und nutzt dabei die magnetischen Eigenschaften dieser beiden Werkstoffe aus; ferner eine Gruppe von Nichteisenmetallen und Legierungen für Lager und sonstige Ausrüstungen der Maschinen. Für die stromführenden Teile verwendet man insbesondere zwei Nichteisenmetalle auf Grund ihrer hohen elektrischen Leitfähigkeit, nämlich Kupfer und Aluminium.

Der Verbrauch dieser beiden Metalle ist im letzten halben Jahrhundert so außerordentlich stark gewachsen, daß dadurch die Gesamtgewinnung und Entwicklung der Nichteisenmetalle und ihrer Legierungen nachhaltig beeinflußt worden ist. An dieser Entwicklung sind außer den elektrischen Maschinen und Apparaten hauptsächlich die elektrischen Fernleitungen über und unter der Erde beteiligt gewesen. Eine Übersicht über die grundlegende Eigenschaft, nämlich die elektrische Leitfähigkeit, der Nichteisenmetalle, gibt die Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Metall	elektrische Leitfähigkeit $\frac{\text{m}}{\Omega\,\text{mm}^2}$ bei 20 °C
Silber	61,4
Kupfer	58,0
Gold	41,3
Aluminium	34,5
Magnesium	22,0
Wolfram	17
Zink	16,5
Kadmium	13,2
Platin	9,0
Zinn	8,82
Nickel	8,5
Tantal	6,85
Blei	4,8

Aus Zahlentafel 1 ersieht man, daß Silber die höchste Leitfähigkeit hat, allerdings kommt es wegen seines hohen Preises für weitgehenden Gebrauch in der Elektrotechnik nicht in Frage. Kupfer steht dem Silber an Leitfähigkeit wenig nach; Aluminium folgt an vierter Stelle. Sämtliche übrigen Metalle zeigen eine bedeutend geringere Leitfähigkeit und scheiden daher für Leitungszwecke aus.

Abb. 1
Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Volumenkonzentration bei Cu—Ag (nach Gürtler, $t = 0$ °C)

Abb. 2
Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Volumenkonzentration bei Au—Ag (nach Gürtler, $t = 0$ °C)

Während man bei unseren Werkstoffen in d ist, durch Zusätze zu den Grundmetallen, also du gieren, Werkstoffe von höheren Festigkeitseigens zu gewinnen, ist eine Verbesserung der Leitfähigk diesem Wege leider nicht möglich; im Gegenteil v Leitfähigkeit des Silbers durch Zusatz des ebenfal leitfähigen Kupfers eigenartigerweise stark beeintr Abb. 1. Die Leitfähigkeit beträgt bereits bei einem von etwa 5 vH Kupfer 41 m/Ω mm² gegenüber 67 bein Silber. Ebenso sinkt bei Zusatz von einigen vH Si Leitfähigkeit des Kupfers von 62 auf etwa 46 m Schon die in den Grundmetallen vorhandenen Ver gungen bewirken eine starke Erniedrigung der Le keit. Beim Kupfer genügen einige Zehntel vH vo Metallen, die unter Bildung von homogenen Mischkr aufgenommen werden, wie z. B. Gold, Abb. 2.

Unter der Bildung homogener Mischkristalle man das vollkommene Lösen zweier Bestandteile ander, wie z. B. von Gold und Silber. Sind die bei standteile im festen Zustand nicht in der soeben b benen Weise gelöst, sondern bilden sie, wie z. I und Kadmium, ein heterogenes Gemenge (d. h. bei talle liegen getrennt nebeneinander), so ändert s elektrische Leitfähigkeit linear in dem Maße, wie standteile der Menge nach in der Legierung vor sind, Abb. 3. Hieraus ergibt sich die wichtige T

Abb. 3
Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Volumenkonzentration bei Sn—Cd (nach Gürtler)

unmöglich ist, durch Mengen zweier oder mehrerer
dteile eine Legierung zu erhalten, die eine höhere
igkeit hat als die Ausgangsmetalle.

folgenden werden die Verwendungsgebiete für die
en Nichteisenmetalle und ihre Legierungen in der
otechnik auf Grund ihrer Leitfähigkeit und ihrer
n Eigenschaften näher beschrieben.

Kupfer und seine Legierungen

upfer[1]) ist das Metall, das in der Elektrotechnik
tem am meisten gebraucht wird. Reines Kupfer ver-
man überall dort, wo es sich darum handelt, die
igkeit des Metalls möglichst auszunutzen. Für solche
kommt daher nicht Hüttenkupfer, das durch Eisen,
inn, Zink, Antimon und Sauerstoff verunreinigt ist,
n Elektrolytkupfer in Frage, das aus Hütten- oder
fer auf elektrischem Wege besonders rein hergestellt

r Reingehalt des Elektrolytkupfers beträgt etwa
H. Das in der Elektrolyse hergestellte sogenannte
enkupfer muß noch umgeschmolzen werden, da es
dieser Form nicht verarbeiten läßt. Dieses umge-
zene Elektrolytkupfer enthält stets Sauerstoff in
von Kupferoxydul, und zwar schwankt der Gehalt
Grenzen von 0,5 bis 1,2 vH. Das Kupferoxydul ist
n Kupfer gelöst, sondern als selbständiger Bestand-
in vorhanden. Abb. 4 zeigt das Gefügebild eines
Kupferoxydul enthaltenden Kupfers. Auf einer
nzpolierten Schliffläche sind die Kupferoxydul-
e als blaugraue Einschlüsse im Kupfer sichtbar.
kennt die Einschlüsse als dunklere rundliche Ge-
a in Abb. 4. Wichtig ist, daß die Kupferoxydul-
ite möglichst fein und gleichmäßig im Kupfer ver-
nd und nicht als örtlich angereicherte Inseln, da
onst eine Kerbwirkung hervorrufen und die Festig-
ngünstig beeinflussen würden. Die Leitfähigkeit
pfers wird durch diese Gehalte an Kupferoxydul
geringem Maß beeinflußt.

r Gußstücke kommt Kupfer wenig in Betracht, da
nur unter Anwendung von Desoxydationsmitteln
maßen porenfrei gießen läßt. Diese Mittel wie Phos-
Zinn, Magnesium und andere bleiben teilweise ge-
Kupfer, sie beeinflussen aber die Leitfähigkeit unter
den recht erheblich, Abb. 5. Die Festigkeit des
beträgt etwa 12 kg/mm² bei 2 vH Dehnung und die
igkeit etwa 48 statt 58 m/Ω mm². Eines der wenigen
dungsgebiete für gegossenes Kupfer ist z. B. das
rstellung von Haltern für elektrische Schweiß-
en.

Gegensatz dazu ist die Verwendung des gewalzten
zogenen Elektrolytkupfers sehr groß. Durch das
Walzen, Pressen und Ziehen der Gußbarren wer-
Festigkeit und Dehnung erhöht und die beim ge-
n Kupfer so ungünstig wirkende Porosität auf ein
tmaß gebracht.

[1]) Bd. 71 (1927) S. 373.

Abb. 5
Einfluß von Verunreinigungen auf die elek-
trische Leitfähigkeit des Kupfers (nach
Addicks, $58 \frac{\text{m}}{\Omega\,\text{mm}^2} = 100$ vH)

Abb. 4
Kupfer mit 0,5 vH Kupferoxydul
a Kupferoxydulkristalle

Die für die Vorarbeiten erforderlichen Barren und Platten werden durch Umschmelzen des Kathodenkupfers in großen Flammenöfen und Gießen in entsprechende Formen erzeugt, wobei Desoxydationsmittel nicht erforderlich sind. Vor dem Guß wird das flüssige Bad durch das sogenannte Polen, d. h. durch Eintauchen von frischen Holzstämmen, von den beim Niederschmelzen aufgenommenen Gasen und Sauerstoffmengen befreit. Die Barren und Platten werden anfangs bei Temperaturen von etwa 800 °, später durch Kaltwalzen oder Kaltziehen verarbeitet, wobei infolge der Bildsamkeit des Elektrolytkupfers bei Raumtemperatur die Querschnittverminderung bis auf 96 vH, bezogen auf den Ausgangsquerschnitt, getrieben werden kann. Durch diese Kaltbehandlung wird die Festigkeit bis auf 45 kg/mm² erhöht, während die Dehnung auf 1 bis 2 vH fällt. Die Leitfähigkeit sinkt dabei auf etwa 55 m/Ω mm². Durch Glühen des hartgewalzten Kupfers bei 500 ° erhält man weichgeglühtes Kupfer mit 21 bis etwa 26 kg/mm² Festigkeit und einer Dehnung von 40 vH. Die Härte des kaltgewalzten Kupfers steigt nach dem Grade der Kaltbehandlung auf 80 bis 90 kg/mm². Die Härte des weichgeglühten Kupfers beträgt dagegen nur 35 kg/mm².

Elektrolytkupfer eignet sich infolge seiner hohen Leitfähigkeit und der gleichzeitig guten Festigkeit ausgezeichnet für stromführende Teile wie Hoch- und Niederspannungs-Freileitungen, ferner für Fahrdrähte von Straßen- und Schnellbahnen, Kollektorlamellen und dergl. In Form weichgeglühter Flachdrähte wird es für Wicklungen von Dynamos, Motoren und Transformatoren benutzt. Für die Herstellung von Hochspannungs- und Schwachstromkabeln wird ebenfalls weichgeglühtes Elektrolytkupfer verarbeitet, da die Drähte im Kabel nicht auf Zug beansprucht werden. Im schwachgezogenen Zustand mit etwa 28 kg/mm² Festigkeit werden Leitungsschienen für Schalträume, wo die Schienen vielfach gebogen verwendet werden müssen, benutzt. Isolierte Leitungen werden teils als Einzeldrähte, z. B. für Klingelleitungen, teils als Seile und Litzen hergestellt, wobei man für die Seile zunächst dünne Seile aus Drähten kleinen Durchmessers verfertigt und diese dann wiederum zu Seilen schlägt. Die auf diese Weise hergestellten biegsamen Seile können z. B. aus 17 640 (7 × 12 × 7 × 30) Drähten von 0,05 mm Dicke bestehen. Neben diesem großen Verwendungsgebiet seien von den andern zahlreichen Verwendungsarten die elektrischen Koch- und Heizgeräte im Haushalt erwähnt, deren Hauptbaustoff Kupferblech und Kupferbänder bilden.

Der Verbrauch an Kupfer für Leitungen ist mit der Zunahme der Überlandleitungen ganz außerordentlich stark angewachsen. Man rechnet, daß etwa 80 vH des Kupferverbrauchs der Welt auf dieses Verwendungsgebiet entfallen. Die 100 kV-Fernleitungen werden teils als volle Seile, teils in neuerer Zeit als Hohlseile verlegt[2]).

Von den Kupferlegierungen kommen in der Elektrotechnik hauptsächlich die Zink- und die Zinn-Kupferlegierungen in Frage.

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 28 u. 1014

Messing (Zink-Kupferlegierungen) wird in Form von Stangen, Rohren, Drähten, Blechen und Bändern und als Guß für Bauteile zur Herstellung elektrischer Maschinen und Geräte verwendet. Für Leitungszwecke kommt es wegen seiner geringen Leitfähigkeit (etwa 20 m/Ω mm²) kaum in Betracht. In starkem Umfange werden Preßteile aus Messing mit 58 bis 61 vH Kupfer angefertigt, die zur Ausrüstung von Fahrdrähten für elektrische Straßen- und Schnellbahnen und für Hochspannungs-Fernleitungen dienen, Abb. 6. Die Preßteile haben sich in 25jähriger Praxis sehr gut bewährt, namentlich auch gegenüber dem Einfluß der Witterung. Sie zeichnen sich gegossenen Teilen gegenüber durch erhöhte Festigkeit aus. In Zahlentafel 2 sind die mechanischen Eigenschaften einiger Preßmessinglegierungen sowie ihre Verwendung in der Elektrotechnik angegeben.

Nickel- und Kontaktrollen-Messing gehören schon zu den sogenannten Sondermessingen, die neben Zn und Cu noch vergütende Bestandteile wie Ni, Mn, Al, Fe, Pb, Sn enthalten. Diese Sondermessinge weisen teilweise stahlähnliche Eigenschaften auf und werden deshalb für hochbeanspruchte Teile benutzt. Messinge mit mehr als 62 vH Kupfer, die sich gut kaltziehen und -drücken lassen, dienen u. a. als Werkstoffe für Lampenfassungen und elektrische Haushaltungsgegenstände.

Verhältnismäßig gering ist der Verbrauch von Messingguß in der Elektrotechnik. Während sich das Preßverfahren besonders für die Herstellung größerer Massen eignet, greift man zu Messingguß dort, wo es sich um eine geringe Anzahl von Stücken handelt. Man benutzt dabei ein Messing von 33 vH Zink und 67 vH Kupfer mit einer Festigkeit von 18 kg/mm² bei einer Dehnung von 3 vH gegenüber 45 kg/mm² und 25 vH Dehnung bei Preßmessing. Gußmessing wird zur Herstellung von Teilen für elektrische Maschinen wie Segmenthalter, Kontaktfingerböcke, Dosen und dergleichen verwendet.

Wesentlich höhere Bedeutung unter den Kupferlegierungen haben die B r o n z e n, und zwar überall dort, wo stromführende Leitungen mehr als gewöhnlich auf Festigkeit beansprucht werden, wie z. B. bei großen Spannweiten (Fluß- und Talüberquerungen), in Rauhreifgebieten usw. Als Bronzen kommen Zinn-, Magnesium-, Kadmium-, Zinn-Kadmium-Legierungen u. a. m. in Frage. Man stellt aus diesen Bronzen Drähte von 70 bis 80 kg/mm² Festigkeit her.

Unsre oberirdischen Fernsprechleitungen außerhalb der Städte bestehen in Gebirgsgegenden aus Magnesiumbronze mit etwa 1 vH Magnesium oder bis 1,2 vH Zinn. Man erhält die höhere Festigkeit auf Kosten der Leitfähigkeit. Z. B. hat die Magnesiumbronze mit 1 vH Mg eine Festigkeit von 70 kg/mm² bei einer Leitfähigkeit von 36 m/Ωmm² und die Zinnbronze mit 1,2 vH Sn eine Festigkeit von etwa 75 kg/mm² und eine Leitfähigkeit von nur 18 m/Ωmm². Als Hochspannungs-Armaturteile, die in der Nähe der Seeküste verwendet werden, wo es mehr auf Beständigkeit gegen Anfressungen ankommt, werden teilweise Preßteile aus Phosphorbronze verwendet. Bronzeguß wird in der Elektrotechnik sehr wenig gebraucht, dagegen benutzt man Sn-Zn-Cu-Legierungen (Rotguß) für Teile von elektrischen Motoren, wie Bürstenhalter, Kohlentaschen, Lager usw.

Aus Bronzeblechen und -bändern stellt man auch vielfach Kontaktfedern her, die beim Gebrauch von Schaltern starken Beanspruchungen durch Hin- und Herbiegen ausgesetzt sind.

Abb. 6
Preßteile aus Messing

Aluminium und seine Legierungen[3])

Aluminium kommt ebenso wie Kupfer wegen hohen elektrischen Leitfähigkeit, die nach Zahlen nur gegen Silber und Kupfer zurücksteht, und we guten mechanischen Eigenschaften seiner Legierun die Elektrotechnik in Frage. Dazu tritt beim Alu der Vorteil des geringen Eigengewichtes. Das geb Aluminium muß einen Reingehalt von 99 vH un haben mit Rücksicht auf die Anfressungsgefahr u Einwirkung der Witterung.

R e i n a l u m i n i u m. Die elektrische Leitf des Reinaluminiums vom Reingehalt 99,5 vH betrã Zahlentafel 1 34,5 m/Ω mm², d. h. 59 vH derjenigen d trolytkupfers. Die Bearbeitbarkeit des Reinalun durch Walzen, Pressen und Ziehen ist ausgezeichn Festigkeit beträgt etwa die Hälfte derjenigen des K nämlich im weichgeglühten Zustand 9 bis 11 kg/n 30 vH und mehr Dehnung und hartgewalzt oder - 18 bis 25 kg/mm² bei 1 bis 2 vH Dehnung.

Als wesentlicher Verwendungszweck in der technik ist das Gebiet der Fernleitung zu bezeichnen so sehr in Deutschland wie in Amerika hat ma miniumleitungen in großem Umfang verlegt. W man bei Kupfer, wie oben erwähnt, Einzeldrähte ver benutzt man bei Aluminium ausschließlich Seile Kupferseilen gegenüber haben Reinaluminiumseile ihres größeren Durchmessers und der sich daraus e den geringen Koronaverluste gewisse Vorteile. Bei Spannweiten sucht man die geringe Festigkeit d miniums durch die sogenannten Stahl-Aluminium-Se zugleichen, deren Bruchsicherheit sehr günstig ist Umfrage bei den deutschen Elektrizitätswerken, einigen Jahren von der Deutschen Gesellschaft für kunde[4]) ausgegangen ist, ergab, daß sich die Alu leitungen recht gut bewährt haben, so daß technisch sätzliche Bedenken ihrer weiteren Verbreitung nic gegenstehen.

Schwierigkeiten machte aber hier und da die gung der Seile an den Masten und die Verbindu Seile untereinander. Aber auch hier ist die Frag die Konstruktion geeigneter Klemmen aus Reinalu entschieden worden, Abb. 7.

Vorteile bietet das Reinaluminium auch für di wicklung von Bahnmotoren. Durch die Bildung künstlich erzeugten isolierenden Oxydschicht kann vielen Fällen Aluminiumdraht ohne Faserisolierun wenden. Daraus ergibt sich Gewicht- und Raum nis, die z. B. bei Lasthebemagneten, Kranbrem usw. wesentlich ist. Das leichte Gewicht ist fern

[3]) Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 36.
[4]) Z. f. Metallk. Bd. 13 (1921) S. 126.

Zahlentafel 2
Eigenschaften von Preßmessingen

Werkstoff	Kurzzeichen	DIN	Politurfarbe	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Härte 5/250/30 kg/mm²	Verwendungszweck
Schmiedemessing	Ms 60	1709	ockergelb	35	30	70	Freileitungsarm Schraubenmut
Schraubenmessing	Ms 58	„	„	40	25	80	Kontakte, Armat Schraubenmut
Spreemetall	Mn Ms 1,4	„	braungelb	45	25	100	Lagerbüchsen
Nickelmessing	Ni Ms 10	„	gelblichweiß	40	30	100	Beschlagteile
Kontaktrollenmessing	Mn Ms 3	„	ockergelb	30	1	140	Kontaktrollen

Abb. 7
Abspannklemme für Stahl-Aluminium-Seile

igkeit für den Bau von tragbaren Meßgeräten, für von elektrischen Fahrzeugen und dergleichen.
uch in der Form von Blechen und Bändern hat sich einaluminium beim Bau von Apparaten und Geräten währt.

luminiumlegierungen. Mit dem Aufkom- der Aluminiumgußlegierungen sind für die Kon- ion von Motoren und Apparaten, die geringes Ge- haben müssen, ganz neue Möglichkeiten geschaffen n. Hierbei sind bereits die deutsche (2 bis 3,5 vH bis 12 vH Zn, Rest Al) und die amerikanische rung (8 vH Cu, Rest Al) verwendet worden. Seit 6 Jahren ist zu diesen Legierungen eine sogenannte elbare Gußlegierung, das Silumin, getreten. Si- wird hauptsächlich dort verwendet, wo leichte arkeit, Dichtheit und gute Biegefähigkeit verlangt n. In Zahlentafel 3 ist eine Übersicht über diese Legierungen und deren Eigenschaften gegeben. Auch pritzgußteile lassen sich die Legierungen mit Vorteil enden[5]).

euerdings ist es gelungen, gewissen Gußlegierun- lurch eine Wärmebehandlung nach Art der Dur- n-Vergütung höhere Festigkeitseigenschaften zu ihen, nämlich 25 bis 35 kg/mm², damit ist die Festig- des Gußeisens erreicht, wenn nicht übertroffen n. Diese Legierungen befinden sich noch in der icklung[6]).

Durch die Erfindung des Duralumins ist eine mag- mhaltige Aluminiumlegierung geschaffen worden, em früheren Mangel des Reinaluminiums, nämlich verhältnismäßig geringen Festigkeit, abgeholfen hat. Duralumin sind eine Reihe ähnlicher Legierungen, Aeron und Lautal (etwa 2 vH Si, 4 vH Cu, Rest Al), on (etwa 0,1 vH Li, 0,6 vH Mn, 3 vH Cu, 12 vH Zn, Al), Aludur (etwa 0,5 vH Mg, Rest Al), Constructal (1,5 vH Mg_2Si, 1,2 vH Cu, 0,5 vH Ti, Rest Al), Con- al Nr. 8 (7 bis 9 vH $MgZn_2$, 0,5 bis 1 vH Mn, Rest Al) t. Ihre Vergütung[7]) beruht z. B. auf dem Zusatz auch r Bestandteile wie Kupfer, Silizium, Lithium, Kalzium, Zink und Mangan. Zahlentafel 4 gibt eine Übersicht über die Eigenschaften dieser Legierungen. Während die Vorteile, die diese Legierungen bieten, mehr den rein konstruktiven Aufgaben, namentlich im Verkehrswesen zuteil geworden sind, sind nur einige von ihnen auch für die Entwicklung der Elektrotechnik bisher von Bedeutung gewesen, und zwar für die Ausgestaltung der Fernleitungen. Der Fortschritt besteht hier in der höheren Festigkeit, die diese gegenüber den Leitungen aus Reinaluminium aufweisen. Zur Zeit befindet sich die Verwendung dieser Leitungen aus vergütbaren Aluminiumlegierungen noch in der Entwicklung. Veröffentlichungen in diesem Sinne sind über die Legierungen Duralumin, Aludur, Montegal und Aldrey erschienen[8]). Die Festigkeiten dieser Leitungslegierungen betrugen etwa 28 bis 35 kg/mm² bei einer Leitfähigkeit von 28 bis 32 m/Ωmm².

AWF: Der Spritzguß und seine Legierungen, Berlin 1927 S. 20.
Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 390.
Z. Bd. 70 (1926) S. 391.

Zahlentafel 3
Eigenschaften von Aluminium-Gußlegierungen

gierung	spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Brinellhärte 10/500/30 kg/mm²	Verwendungszweck
che	2,9 bis 2,95	12 bis 18	1 bis 3	55	Sand- und Kokillenguß
kanische .	2,85 „ 2,9	12 „ 16	1 „ 2	60	Sand-, Kokillen- und Spritzguß
in	2,5 „ 2,65	16 „ 22	5 „ 10	55	desgl.

Zahlentafel 4
Eigenschaften der vergütbaren Aluminiumlegierungen

gierung	spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Brinellhärte 10/500/30 kg/mm²	Verwendungszweck
umin 681 B	2,8	43 bis 36	15 bis 12	125	Stangen, Profile, Preßteile, Bleche, Drähte
Z	„	44 „ 47	14 „ 10	128	
und Lautal	2,75	38 „ 42	25 „ 18	90 bis 120	desgl.
r 533 . . .	2,7	25 „ 36	18 „ 8	70 „ 100	„
570 . . .	„	38 „ 46	22 „ 10	90 „ 130	„
en	3	40 „ 50	15 „ 10	120	„
uctal 2 .	2,8	36 „ 52	28 „ 12	80 bis 120	„
„ 8 .	3	38 „ 52	20 „ 8	130 „ 170	„

Magnesium und seine Legierungen[8a])

Reinmagnesium kommt als Werkstoff nicht in Frage, wohl aber seine Legierungen, die sogen. Elektronmetalle. Sie sind noch um ein Drittel leichter als die Aluminiumlegierungen. Vereinzelt werden sie als Gußlegierungen verwendet. Zahlentafel 5 zeigt die Eigenschaften der Elektron-Gußmetalle.

Zahlentafel 5
Eigenschaften der Elektron-Gußmetalle

Legierung	spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Brinellhärte kg/mm²
AZF	1,8 bis 1,83	18 bis 22	6 bis 10	43 bis 47
AZG		17 „ 20	4 „ 6	53 „ 57

Andre Metalle

Zink verwendet man z. B. für galvanische Elemente. Es bildet den Grundstoff für Spritzgußteile im Apparate- und Gerätebau[9]).

Blei wendet man in großem Umfang für die Ummantelung der Hoch- und Niederspannungskabel an, auch Bleilegierungen wie Sb-Pb, Sn-Pb, Cd-Pb und Mg-Pb werden wegen der höheren Festigkeit vielfach an Stelle von Reinblei mit 99,95 vH Reingehalt gebraucht. Man benutzt es ferner zu den Bleiplatten für Akkumulatoren. Ebenso wie Zink wird es in Spritzgußteilen für wenig beanspruchte Teile verwendet[10]). Nicht zu vergessen sind die Bleilagermetalle, die vielfach an Stelle der teuren zinnhaltigen Lagermetalle getreten sind.

Zinn. Reinzinn dient als Schutzüberzug für Kupferdrähte, die dann mit Gummi isoliert werden; hierdurch wird die unmittelbare Berührung des Kupfers mit dem schwefelhaltigen Gummi vermieden und der schädliche Einfluß des Schwefels auf das Kupfer unmöglich gemacht. Zinn bildet ferner einen Grundstoff der Spritzgußlegierungen[11]) und der hochwertigen Lagermetalle.

Man braucht ferner Zinn zum Löten von Drähten, die nicht auf Zug beansprucht werden.

Mit dem Nickel kommen wir zu dem Gebiet der Widerstandlegierungen, die in der Elektrotechnik eine große Rolle spielen. Es handelt sich dabei um Legierungen des Nickels mit Kupfer, Chrom und Eisen. Diese Legierungen zeichnen sich ihrem Zweck entsprechend durch hohe Hitzebeständigkeit aus. Zahlentafel 6 gibt die gebräuchlichsten Legierungen mit ihren Eigenschaften wieder.

[8]) Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 12, 21, 45, 97; Bd. 16 (1924) S. 433.
[8a]) Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 236.
[9]) AWF: Der Spritzguß und seine Legierungen, Berlin 1927. S. 16.
[10]) Desgl. S. 15.
[11]) Desgl.

Zahlentafel 6
Eigenschaften der Widerstand-Legierungen

Legierung	Zusammensetzung	Spez. Widerstand $\Omega\,mm^2/m$	Temperaturkoeffizient
Konstantan . .	57 vH Cu, 43 vH Ni	rd. 0,5	± 0,0005
Chromnickel .	85 „ Ni, 15 „ Cr	0,85	+ 0,03
Cekas	Ni, Cr, Fe	1	+ 0,025
Kruppin . . .	Fe, Ni	0,85	+ 0,07

Zahlentafel 7
Eigenschaften der leicht schmelzenden Legierungen

Benennung	Zusammensetzung				Schmelztemperatur
	Bi vH	Pb vH	Sn vH	Cd vH	
Woodmetall	50	25	12,5	12,5	etwa 60,5°
Lipowitzmetall . .	50	26,7	13,3	10	„ 70°
Lichtenbergmetall .	50	30	20	—	„ 92°
Rosemetall	50	25	25	—	„ 94°

Die verschiedene Wärmeausdehnung der Nickellegierungen und des Stahles wird zur Herstellung der sogenannten Bimetalle benutzt. Diese werden so gewonnen, daß man zwei Bleche, wovon das eine aus Stahl und das andre aus einer Nickel-Eisen-Legierung besteht, zusammenschweißt und aus diesen Blechen Streifen schneidet. Die Streifen biegen sich, wenn sie erwärmt werden, durch und können so als Kontakte verwendet werden. Sie vermögen den Kontakt bei einer bestimmten Erwärmung, die etwa vermieden werden soll, herzustellen.

Reinnickel wird schließlich als Schutzüberzu Stahl, Kupfer und Messing und Aluminiumspritzguß benutzt.

Tantal, Osmium, Wolfram werden se raumer Zeit in der Glühlampenindustrie mit Vortei wendet und haben die Kohlenfaden- sowie Bogenl völlig verdrängt. Tantal wird ferner als Anoden von Sende- und Gleichreglerröhren infolge seiner h ragenden Eigenschaften in der Luftleere benutzt.

Silber und Platin. Die Verwendung der Metalle ist wegen ihres hohen Preises sehr besch Silber ist unentbehrlich beim Verbinden von kup Leitungsdrähten, da es allein hinreichende Leitfäh und Festigkeit gewährleistet. Auch benutzt man e Schmelzsicherungen dort, wo starke Erwärmung der rung vorkommt.

Für Kontakte, die möglichst wenig oxydieren s verwendet man Platin, desgleichen braucht man Platin für bestimmte elektrische Lampen (Verstärkerlampe

Wismut. Für leichtschmelzende Sicherungen men die niedrigschmelzenden Wismutlegierungen in g Umfang in Frage. Zahlentafel 7 zeigt eine Anzah artiger Legierungen.

Aus der kurzen Übersicht ist zu entnehmen, d größte Bedeutung in der Elektrotechnik zweifellos Kupfer zukommt. Ihm am nächsten stehen offenb Leichtmetalle, die infolge ihres geringen spezifische wichtes ihm gegenüber mancherlei Vorteile aufweise sich das Wissen von den Eigenschaften der Leichtm und ihrer Beherrschungsmöglichkeit noch in der Entwicklung befinden, haben wir in der Zukunft s lich noch mancherlei Fortschritte zu erwarten. [B 8

BÜCHERSCHAU

Archiv für das Eisenhüttenwesen. Fachberichte. Herausgeg. vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf. 1. Jg. 1. und 2. H. 1927. Düsseldorf 1927, Verlag Stahleisen. Preis jährlich 50 *M*.

In den letzten Jahren ist das Eisenhüttenwesen in steigendem Maße zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung gemacht worden. Nur die immer weiter gehende theoretische Erforschung hat es möglich gemacht, daß die Eisen-, Stahl- und Graugußerzeugung den gesteigerten und vielseitiger gewordenen Anforderungen der Verbraucher folgen konnte. Eine unvermeidliche Begleiterscheinung dieser wissenschaftlichen Vertiefung ist das große Anschwellen der technisch-wissenschaftlichen Literatur auf dem Gebiete des Eisenhüttenwesens. Um diesen Stoffandrang bewältigen zu können, hat sich der Verein deutscher Eisenhüttenleute entschlossen, neben der bekannten Zeitschrift „Stahl und Eisen" nunmehr eine zweite technisch-wissenschaftliche Zeitschrift des Eisenhüttenwesens herauszugeben, nämlich das „Archiv für das Eisenhüttenwesen". Die Zeitschrift „Stahl und Eisen" soll „die großen Linien der allgemeinen Entwicklung des gesamten Eisenhüttenwesens zeichnen", während das Archiv, monatlich erscheinend, fortlaufend und umfassend über die Tätigkeit der einzelnen Fachausschüsse des Vereins, über die Ergebnisse der Versuchsanstalten und die wissenschaftlichen Arbeiten des einzelnen Fachmannes oder Forschers berichten soll.

In der neuen Zeitschrift wird zum erstenmal ein neuer Weg versucht, den Stoff je nach den Bedürfnissen des Lesers teilbar zu machen. Jeder im Archiv behandelte Fachbericht beginnt auf einer rechten Seite, ist für sich geheftet und im Gesamtheft nur locker befestigt. Es werden zwei Seitenzählungen und zwar innerhalb des Jahrganges und innerhalb der einzelnen Berichte durchgeführt. Durch diese Maßnahmen wird ermöglicht:

1. Das Gesamtarchiv kann jahrgangweise gesammelt und gebunden werden;
2. das Archiv kann jahrgangweise nach Gruppen gesammelt und gebunden werden;
3. die einzelnen Aufsätze können aus dem Heft herausgenommen und in Ringbüchern oder Sammelmappen entweder nach den vorgesehenen Gruppen oder nach a Gesichtspunkten entsprechend dem Arbeits- und Fach des Beziehers gesammelt werden.

[E 913] H. Hanema

Vorlesungen über Technische Mechanik. Von Aug. F 3. Bd.: **Festigkeitslehre.** 10. Aufl. Berlin 1927, Teubner. 451 S. m. 114 Abb. Preis 16,60 *M*.

Wenn ein Lehrbuch in rd. 30 Jahren die 10. A erlebt, so würde sein Verschwinden vom Büchermark große Lücke bedeuten. Es ist daher zu begrüßen, d Lebenswerk August Föppls nach dessen Tode fortg wird. O. Föppl hat, dem Wunsch des Vaters folgen „Festigkeitslehre", die auch die Grundlagen der Elasti lehre und die Anwendung auf das St. Venantsche P enthält, neu bearbeitet. Die Vorzüge der „Vorlesu die flüssige lebendige Darstellung, das klare Herausa des Wesentlichen und weiter Gesichtspunkte vor Begi mathematischen Formulierungen, die Erziehung zur ständigkeit, die geschickte Einführung der mathem geometrischen Hilfsmittel, Beispiele zu ihrer Einübun brauch der Vektorrechnung, technische Anwendunge bekannt und anerkannt. Die frühere Auflage is größten Teil unverändert geblieben. Im theoretische hat der Bearbeiter die Winkler-Grashofsche Theor Biegung stark gekrümmter Stäbe mit Beispielen neu nommen, auch eine Reihe kürzerer Änderungen ode führungen vorgenommen, die für den Studierenden w sind. Aus eigenem schöpft der auf dem Gebiet de suches selbst tätige Bearbeiter in den Abschnitten, d Versuchsgrundlagen der Festigkeitslehre betreffen. Weiterausbau in dieser Richtung liegt sicher im Sin Werkes. Der Bearbeiter hebt eindringlich die Wich der Dauerversuche hervor, die Fließgrenze ist dageg kurz erwähnt. Nachdem die Frage der Dauerversu den letzten Jahren von vielen Seiten aufs neue in A genommen ist, wären gerade in einem Lehrbuch au Arbeiten andrer mitzuberücksichtigen oder eigene u tene Meinungen wegzulassen gewesen (S. 60 Abb. 12, oben, S. 73 unten, S. 74 Mitte). [E

Esslingen Enß

Porzellan als Werkstoff

Von H. Handrek, Hermsdorf, Thüringen

Kennzeichnung, Zusammensetzung und Herstellung des Porzellans. Werkstoffprüfung. Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Masse, Glasur und Herstellverfahren. Chemische und physikalische Eigenschaften, Anwendung des Werkstoffes

it Porzellan bezeichnet man durch Brennen von Porzellanerde (Kaolin) unter Zusatz von Quarz und Feldspat hergestellte Erzeugnisse, die sich rein weiße Farbe, durchscheinenden, völlig dicht ge- en Scherben, große Härte, elektrische, chemische und nische Widerstandfähigkeit auszeichnen.

hon äußerlich unterscheidet der gesinterte Scher- s Porzellan vom porösen Steingut, die durch reinste ffe erreichte weiße Farbe unterscheidet es von Stein- nd Steatit.

ir technische Zwecke kommt allein das bei Tem- ren von ungefähr 1400 °C gebrannte Hartporzellan ge. Seine Zusammensetzung liegt etwa innerhalb rch Abb. 1 veranschaulichten Grenzen.

Porzellan für die meisten Verwendungsarten mit durchsichtigen oder farbigen Glasur überzogen kann es weder chemisch noch physikalisch als ein- her Stoff angesehen werden. Die verschiedene Zu- nsetzung und Art der Rohstoffe, die abweichenden ll- und Brennverfahren bedingen zum Teil weit- e Verschiedenheiten in den Eigenschaften der fer- rzeugnisse.

ir die Formgebung, die wegen der außerordent- Härte des Porzellans nur vor dem Brand erfolgen was in gewisser Beziehung ein Nachteil dieses toffes ist, sind hauptsächlich drei Arbeitsverfahren rauch: Das Drehen auf der Drehscheibe, das Gie- Gipsformen und das Pressen in Stahlmatrizen (oft ich Stanzen genannt). Hierbei ist Kaolin der bild- Bestandteil, Quarz und Feldspat wirken als Mage- und Flußmittel. Nach dem Formen und Trocknen die rohen oder (bei dünnwandiger Ware) vor- nten Stücke durch Eintauchen in ein Glasurbad ner Glasurschicht überzogen, zum Schutze gegen chen in runde Brennkapseln eingesetzt und bei 400° im Rund- oder Tunnelofen[1]) gar gebrannt. sem Gar- oder Glattbrand erfährt das Porzellan die gentümliche Schwindung von etwa 15 vH, wodurch r technisches Porzellan allgemein gültige Tole- on 5 vH in den Abmessungen bedingt ist. Eine arbeitung der gebrannten Ware durch Schleifen Polieren ist nur in geringem Umfange möglich. gibt einen Überblick über den gesamten Herstel- ng.

[1]) Bd. 70 (1926) S. 1186.

Abb. 1
Zusammensetzung von Porzellan
ngenverhältnisse zur Erzeugung von Hartporzellan liegen innerhalb des eingezeichneten Kreises

Abb. 2
Herstellungsgang von Porzellan[1a])

Vergleich des Porzellans mit den metallischen Werkstoffen

Das physikalische und chemische Verhalten des Porzellans wird gekennzeichnet durch folgende Haupteigenschaften, die es von den metallischen Werkstoffen grundlegend unterscheiden:

a) Chemisch. Porzellan ist im Gegensatz zu den Metallen weitgehend unangreifbar und gegen die Einwirkung von Säuren und Laugen äußerst widerstandfähig.

b) Elektrisch. Porzellan gehört zu den besten Nichtleitern (Isolatoren), die Metalle sind die besten Leiter.

c) Mechanisch. Porzellan hat kein plastisches Formänderungsvermögen wie die Metalle. Die Bruchgrenze fällt vielmehr eng mit der Elastizitätsgrenze zusammen. Kennzeichnend für Porzellan ist ferner eine bedeutend höhere Empfindlichkeit gegen schlag- und stoßartige (dynamische) Einwirkungen als gegen langsam eintretende (statische) Beanspruchungen. Die statische Festigkeit (besonders Druckfestigkeit) von Porzellan reicht teil-

[1a]) Keram. Rundschau 1924 Heft 38.

Abb. 3
Einfluß von Feldspat, Quarz und Kaolin auf die mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften von Porzellan

RZ677Z4u.5

Abb. 4
Porzellan hoher elektrischer Durchschlagfestigkeit

Abb. 5
Porzellan hoher mechanischer Festigkeit

Abb. 4 und 5
Photographien von Porzellandünnschliff

weise an die der besten metallischen Werkstoffe heran. Mit dem Mangel an plastischer Formbarkeit hängt es auch zusammen, daß bei Porzellan Ermüdungs- und Alterungserscheinungen, die bei metallischen Werkstoffen so gefürchtet sind, bisher bei den verschiedenen Untersuchungen[2]) nicht festzustellen waren.

Einfluß von Zusammensetzung, Glasur und Brand auf die Eigenschaften des Porzellans

M a s s e. Grundlage und Träger der Werkstoffeigenschaften ist die Porzellanmasse. Maßgebend ist hierbei nicht nur der chemische Versatz, sondern auch Art und physikalischer Zustand der eingeführten Rohstoffe. Den Einfluß der Einzelbestandteile auf die thermische, elektrische und mechanische Widerstandfähigkeit des Porzellans zeigt Abb. 3. Nicht alle wünschenswerten Werkstoffeigenschaften lassen sich in einer einzigen Porzellanmasse vereinigen; sie stehen vielmehr teilweise im Widerspruch zueinander. Wenn es sich dagegen darum handelt, nur eine Eigenschaft auf Kosten der anderen zu möglichster Vollkommenheit herauszuarbeiten, kann man zu überraschenden Ergebnissen kommen. So gelingt es z. B., Massen herzustellen, die von der für Porzellan sprichwörtlichen Zerbrechlichkeit bis zu einem erstaunlich hohen Maße frei sind. Kugeln von 30 mm Dmr. aus solcher Masse lassen sich aus 12 m Höhe beliebig oft auf starke Stahlplatten herabwerfen, ohne die geringste Beschädigung zu erleiden.

[2]) W. W e i c k e r, Altern Porzellan-Isolatoren? „L'Ellettrotecnica", 1926 Heft 15 und Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G.m.b.H. 1926, Heft 28. K. D r a e g e r, Über Zerstörungs- und Alterungserscheinungen von Porzellan-Isolatoren, Mitteilungen der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G., 1926 Heft 8.

260
kg/cm²
Glasur 3
210
Zugfestigkeit
160
unglasiert
110
Glasur 1
Glasur 3
Glasur 2
unglasiert
Glasur 1
60
Glasur
Scherben
Glasur 2
1,0 RZ677Z6 0,5 0 0,5 1,0 1,5 mm

Abb. 6
Einfluß der Entfernung der Glasurschicht auf die Zugfestigkeit von Porzellan-Isolatoren.
1 und 2 ungünstige Glasur, 3 günstige Glasur.

G e f ü g e a u f b a u. Betrachtet man einen schliff von Porzellan in durchfallendem Lichte b 300facher Vergrößerung unter dem Mikroskop, so scheidet man eine glasige Grundmasse, in die me weniger aufgelöste Quarzkristalle, ferner amorp standteile und Kristallite (Mullit) eingelagert sind sind deutlich kleine Luft- und Gasbläschen zu er Abb. 4 und 5 zeigen Mikrophotographien zweier v dener Porzellane, von denen bei den vorausgeg Untersuchungen das Porzellan, Abb. 4, hohe ele Durchschlagfestigkeit aufwies, während das Po Abb. 5, elektrisch weniger gut, dagegen mechanisc legen war.

In Verbindung mit der Dünnschliffuntersuchu mag die Röntgenanalyse nach dem Verfahren Scherrer wertvolle Hinweise für die Beurteilu Güte und die Zusammenhänge zwischen Strukt Eigenschaften zu geben, wie dies die Arbeit O. K r a u s e zeigen[3]).

Aus dem Kleingefüge allzu weitgehende Schlü die Eigenschaften des Porzellans zu ziehen, v sich jedoch vielfach schon aus dem Grunde, weil d fluß der Oberflächenschicht (Glasur) denjenigen fügeänderungen meist erheblich übertrifft.

G l a s u r. Die Oberfläche des Porzellans, unglasiertem Zustande rauh ist, wird mit einer überzogen, die sich von der eigentlichen Porzella abgesehen von einem etwaigen Farbkörperzusa durch höheren Flußmittelgehalt unterscheidet und ihrer Härte, Dichte und Glätte atmosphärische flüssen einen hohen Widerstand entgegensetzt. I angreifbarkeit wächst mit dem Gehalt an Tone Kieselsäure. In dieser Hinsicht unterscheidet si

günst Glas
ung G
RZ677Z7

Abb. 7
Verschieden glasierter Zugisolator, der im ungünstig glasierten, verstärkten Schaft gerissen ist

siertes Porzellan sehr wesentlich von Glas, das, d terungsverhältnissen ausgesetzt, rauh und blin während Porzellan auch nach jahrzehntelanger V dung sich seine glatte glänzende Oberfläche b

Nach neueren Forschungen[4]) ist die Glasur d zellans für seine mechanischen und thermischen schaften von ausschlaggebender Bedeutung. Ge Glasuren vermögen die Zug- und Biegefestigkeit bis 40 vH gegenüber dem unglasierten Zustande bessern. Ungünstige Glasuren setzen die Festigkei guter Massen ohne äußere Anzeichen auf einen Br herab. Hieraus ergeben sich dann bisweilen ganz anmutende Erscheinungen, so die Erhöhung de festigkeit eines (ungeeignet) glasierten Porzellans Entfernung der Glasurschicht um mehr als 100 vH, oder die Zerstörung eines fehlerfreien Zugisolat statt an den dünneren Zapfen von 44 cm² i stärkten Schaft von 74 cm² Querschnitt, Abb. 7.

Der Bruch wird bei Zug-, Biege- und therr Beanspruchungen stets durch Überschreiten der keit der Oberflächenschicht eingeleitet und daher lich durch die Zugfestigkeit dieser Schicht be Der Grund für den großen Einfluß der Oberf

[3]) O. K r a u s e, Anwendung von Röntgenographie und zenzstrahlung in der Feinkeramik, Ber. d. Deutschen Keram. Heft 2 S. 11.

[4]) F. G e r o l d, Der Einfluß der Glasur auf einige phy Eigenschaften von Porzellan, Z. Bd. 69 (1925) S. 1123 und Mitteil Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G.m.b.H. 1925 Heft 15. H. H a Die Bedeutung der Glasur für Güte und Betriebsicherheit von I Isolatoren, Keram. Rundschau 1926 Heft 14 S. 224.

gerade bei starkscherbigen Stücken liegt in der
hmäßigen Verteilung der mechanischen Spannung
en Einspannquerschnitt derart, daß auf die Ober-
eine weit höhere spezifische Beanspruchung ent-
s auf weiter im Inneren liegende Schichten. Dem-
chend ist auch die Oberfläche des Einspannquer-
es am empfindlichsten gegen Verletzungen, wie
für einen Zugisolator zeigt.

ir gutes Zusammenpassen und Spannungsfreiheit
asse und Glasur ist die Eigenzugfestigkeit der
ausschlaggebend, erst in zweiter Linie wichtig die
nstimmung der beiderseitigen Ausdehnungszahlen.
dieser Bedingung gewählte Glasuren erhöhen
eitig die mechanische Güte des Porzellans wie
Widerstandfähigkeit gegen Temperaturwechsel und
n im Gegensatz zu vielfach herrschenden An-
ngen[5]), selbst in Dicke von mehreren Millimetern
n Scherben aufgebracht, ihre günstigen Eigen-
n unverändert bei.

irzlich ausgeführte, bisher noch unveröffentlichte
ichsmessungen an Stäben aus reinen Glasuren von
Dmr. und 83 mm Stützweite und an glasierten und
ierten Porzellanstäben gleicher Abmessungen hatten
les Ergebnis:

	Elastizitätsmodul kg/mm²	Biegefestigkeit kg/mm²
stäbe	5845	7,4
icher Glasur glasierte ellanstäbe	6810	7,8
ierte Porzellanstäbe .	7840	5,3

Abb. 8
ängigkeit des Bruchwertes eines Zug-(Vollkern-) Isolators vom Ort der Verletzung

b. 9 zeigt den Einfluß günstiger und ungünstiger
n auf einige physikalische Eigenschaften des Por-

ennvorgang. Von den während des Herstel-
nges wirksamen Einflüssen ist das Brennen der
ste. Am deutlichsten zeigt sich die mechanische
eit, weniger die elektrische Durchschlagfestigkeit ab-
von den Einflüssen während des Brandes, wobei nicht
Schnelligkeit der Temperatursteigerung und die
te Höchsttemperatur, sondern auch die Rauchgas-
ensetzung in den einzelnen Brandperioden eine
e Rolle spielen. Sogar an verschiedenen Stellen
ichen Ofens gebranntes Porzellan kann erhebliche
eitsunterschiede aufweisen. Die Kenntnis und
sichtigung der hier obwaltenden besonderen Ver-
e belohnt sich durch eine bemerkenswerte Gleich-
eit der Erzeugnisse und geringe Streuung der
eitswerte.

Werkstoffprüfungen

rkstoffprüfungen haben in die Porzellanindustrie
nismäßig spät Eingang gefunden. Allgemein gül-
üfverfahren liegen auch heute nur für Hochspan-

Abb. 9
Einfluß der Glasur auf einige physikalische Eigenschaften des Porzellans

nungs-Isolatoren nach den Vorschriften des VDE vor[6]).
Seit 1920 besteht innerhalb des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik ein besonderer Ausschuß (18), der es sich zur Aufgabe gemacht hat, zweckmäßige und einheitliche Prüfverfahren für Porzellan und Steinzeug auszuarbeiten[7]).

In jüngster Zeit hat der Materialprüfungsausschuß der Deutschen Keramischen Gesellschaft Richtlinien für Festigkeitsprüfungen und für die Bestimmung der thermischen Eigenschaften an besonders hergestellten Prüfkörpern herausgegeben[8]), die, zunächst in Form von Vorschlägen, zu einer Vereinheitlichung der Prüfverfahren beitragen und einer Normung vorarbeiten sollen. Die im folgenden gemachten Angaben entsprechen, wo nichts anderes bemerkt, diesen Vorschlägen in bezug auf Form des Prüflings und Art des Meßverfahrens. Abb. 10 zeigt eine Anzahl solcher Prüfkörper.

Untersuchungen können an Werkstoffproben und Fertigerzeugnissen ausgeführt werden. Die Prüfung des fertigen, mit Armaturen versehenen Stückes umfaßt außer den Werkstoffeigenschaften im engeren Sinne gleichzeitig eine Reihe andrer, für die Betriebseignung wich-

[5]) Singer, Steinzeug als Werkstoff. Z. Bd. 71 (1927) S. 123.

[6]) Diese Vorschriften haben auf Grund sehr eingehender Beratungen eine neue Fassung erhalten, die der nächstjährigen Hauptversammlung des VDE zur Annahme vorgelegt werden soll. Vergl. ETZ (1927) Bd. 48 S. 372, 816.

[7]) R. Rieke und M. Gary, Die Prüfung von Porzellan, Berichte d. Deutschen Keram. Ges. 1922 Heft 1 S. 5.

[8]) Untersuchungs- und Prüfungsmethoden keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse, Berichte d. Deutschen Keram. Ges. 1927 Heft 1 S. 44

Abb. 10
Probekörper für Festigkeitsprüfungen

tiger Punkte, wie Zweckmäßigkeit der Konstruktion, Festigkeit der Armaturen, Güte von Kittung und Ausguß. Solche Prüfungen werden insbesondere an Freileitungs-Isolatoren nach den verschiedenen Richtungen hin vorgenommen. Will man dagegen das Verhalten des Werkstoffes möglichst rein von störenden Einflüssen erforschen, so empfiehlt sich die Untersuchung einfacher, leicht herzustellender Prüfkörper.

Chemische Eigenschaften

Porzellan zeichnet sich durch außerordentlich hohe Widerstandfähigkeit gegen die meisten chemischen Angriffe, besonders die der stärksten Säuren aus. Weder die Atmosphärilien noch die bei elektrischen Entladungen entstehenden Stickoxyde und Ozon vermögen im geringsten einzuwirken, so daß eine Verwitterung selbst nach langen Jahren ausgeschlossen ist. Laugen lösen erst bei starker Konzentration und hoher Temperatur geringe Mengen von Kieselsäure. Dagegen greifen Fluor und Flußsäure, mehrere Oxyde unedler Metalle (Bleioxyd), Phosphorsäure bei Glühtemperatur sowie alkalische Schmelzen Porzellan an. Als zahlenmäßiger Anhalt mag dienen, daß Porzellanringe von 45 cm² Oberfläche nach 18stündigem Kochen mit Natronlauge (6,5 vH) je nach Zusammensetzung 0 bis 0,5 vH Gewichtsverlust erlitten. Natronlauge (3 bis 4 vH) löste nach einer 40 min währenden Behandlung bei 80 °C (Oberfläche 34 cm²) etwas über 0,01 vH, während unter denselben Verhältnissen Schwefelsäure mit 70 vH Monohydrat- und 10 vH Kaliumbichromatgehalt einen Gewichtverlust von 0,03 vH hervorrief.

Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften[9] des Porze sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Die Werte glasiertes Porzellan gelten bei Anwendung günstiger suren.

Die für Güte und Lebensdauer eines Porzellans tisch wichtigsten Werkstoffeigenschaften sind Zugf keit, Biegefestigkeit, Zähigkeit und Temperaturwe beständigkeit in mechanischer und thermischer, D schlagfestigkeit in elektrischer Hinsicht.

Die höchste Festigkeit hat Porzellan gegen D Seine Druckfestigkeit nimmt, wie alle üb mechanischen Festigkeitseigenschaften, mit wachs Scherbendicke ab, Abb. 11 und 12.

Während man früher Zug- und Biegeb spruchungen eines Porzellans bei allen Kons tionen möglichst ausschloß, da die Zug- und Biegef keit nur etwa den zehnten Teil der Druckfestigke trägt, haben diese Eigenschaften in neuerer Zeit gr Bedeutung erlangt, seitdem eine besondere Bauar Isolatoren (Knüppel-, Motor-, Bahn-Isolatoren) d gebildet wurde, bei denen der Porzellankörper rei Zug und Biegung beansprucht wird. Die Abhäng der Zugfestigkeit vom Querschnitt für zylindrische sierte und unglasierte Stäbe und Isolatoren geh Abb. 13 hervor. Für die Zug- und Biegefestigkeit, d Porzellan weitgehend parallel verlaufen, spielt nich

[9] R. M. Friese. Das Porzellan, Hermsdorf 1904. F. Sing E. Rosenthal, Die physikalischen Eigenschaften des Porzellan d. Deutschen Keram. Ges. 1920 Heft 3 S. 47. F. Singer, Die K im Dienste von Industrie und Volkswirtschaft, Braunschweig 19

Zahlentafel 1

Übersicht über die physikalischen Eigenschaften des Porzellans

Spezifisches Gewicht		2,3 bis 2,5	bestimmt an pulverisiertem Porzellan
Raumgewicht		2,2 „ 2,4	bestimmt an ganzen Porzellanstücken
Porenraum	vH	2 „ 5	im Scherben eingeschlossene mikrosk. bläschen
Scheinbare Porosität (Wasseraufnahmevermögen)	„	0	Scherben völlig dicht
Porosität unter Druck (Fuchsinprüfung) 150 at 4 h	„	0	„ „ „
Gasdichtigkeit		—	„ „ „ bis 1300 °C
Härte	Mohssche Skala		Sklerometerzahlen:
unglasiertes Porzellan		7	550 bis 650
Oberflächenschicht der Glasur		8	950 „ 1000
Inneres der Glasur		6,3	350 „ 400
Abnutzbarkeit, Verlust:			
normales Porzellan	cm³	3,3	
Spezialporzellan	„	1,7	
Druckfestigkeit unglasiert	t/cm²	4,0 bis 4,5	Zylinder von 16 mm Dmr. und Höhe
„ glasiert	„	4,5 „ 5,5	„ „ „ „ „ „ „
Zugfestigkeit unglasiert	kg/cm²	240 „ 320	Umdrehungskörper in Achterform
„ glasiert	„	400 „ 520	„ „ „
Biegefestigkeit unglasiert	„	400 „ 650	
„ glasiert	„	700 „ 900	
Elastizitätsmodul unglasiert	„	7500 „ 8000	Sondermassen unter 6000 und über 15 0
„ glasiert	„	6800 „ 7100	
Schallgeschwindigkeit unglasiert	m/s	5500	} stimmt gut überein mit der Formel u =
„ glasiert	„	5300	
Kugeldruckfestigkeit	kg/cm²	684 bis 1384	
Verdrehungsfestigkeit unglasiert	„	180 „ 250	
„ glasiert	„	250 „ 400	
Räumliche Zusammendrückbarkeit:			
quarzreiche Massen		$1,4 \cdot 10^{-6}$	
feldspatreiche Massen		$1,8 \cdot 10^{-6}$	
Schlagbiegefestigkeit unglasiert	cmkg/cm²	1,8 bis 2,1	} Stäbe von 16 mm Dmr. und 120 mm Lä
„ glasiert	„	1,8 „ 2,3	
Schlagdruckfestigkeit	kg/cm²	98 „ 116	Sondermasse 140 kg/cm²
Lineare Ausdehnungszahl zwischen 20 und 100 °C		2,5 bis $4,5 \cdot 10^{-6}$	nimmt mit der Temperatur langsam zu
„ „ von Glasuren		2,9 „ $5,3 \cdot 10^{-6}$	
Spezifische Wärme zwischen 20 und 100 °C		0,20 bis 0,25	
Wärmeleitfähigkeit	gcal/cm s °C	0,0019 „ 0,0025	
Garbrandtemperatur	°C	1300 „ 1500	= Segerkegel 10 bis 16
Erweichungstemperatur	„	1530 „ 1700	= „ 20 „ 32
Oberflächenwiderstand	Ωcm	20 bis $40 \cdot 10^{12}$	bei 30 vH Luftfeuchtigkeit
Isolationswiderstand bei 20 °C	„	10^{14} bis 10^{15}	
Durchschlagfestigkeit	kV/mm	23 „ 38	an 2 mm dicken Platten (Abb. 18)
Dielektrizitätskonstante		5,5 „ 6,5	
Verlustwinkel bei 50 Hertz tg d		0,015 „ 0,03	
„ „ 800 „ „ „		0,01 „ 0,015	
„ „ 10^5 „ „ „		etwa 0,009	

Abb. 11 und **12**
Druckfestigkeit von Porzellan

Abb. 11 (links)
in Abhängigkeit vom Durchmesser für unglasierte Zylinder

Abb. 12 (rechts)
in Abhängigkeit von Druckfläche und Glasur für Druckisolatoren beim ersten Knistern. (Die schraffierte Fläche gilt für unglasierte Isolatoren.)

Abb. 13
Spezifische Zugfestigkeit von Porzellan in Abhängigkeit vom Querschnitt

Scherbendicke eine Rolle, auch Form und Ausbildung Stückes sind von Einfluß. Daher haben Isolatoren mit reren keramischen Schirmen geringere Zug- und efestigkeit als entsprechende schirmlose Porzellanpel gleicher Schaftabmessungen. Auch mit der Länge Porzellankörpers sinkt die Festigkeit.

Bemerkenswert sind folgende vom schwedischen staatlichen Materialprüfungsamt angestellten Biegeversuche an Stäben von $10 \times 20 \times 75$ mm³, die aus den Schirmen großer Isolatoren herausgeschnitten waren. Auch hier zeigte sich der Einfluß der Glasur. Ferner konnte auf Grund von vorliegenden Betriebserfahrungen der Nachweis erbracht werden, daß sich das Porzellan mit der höchsten Biegefestigkeit im Betrieb am besten bewährt hatte. Die an zehn in- und ausländischen Erzeugnissen auf diese Weise ermittelten Biegefestigkeiten lagen bei Dehnung der glasierten Seite zwischen 200 und 830, bei Dehnung der unglasierten Schnittfläche zwischen 220 und 600 kg/cm².

An Zugisolatoren von 45 cm² Querschnitt und 30 cm Länge verschiedener fabrikationsmäßig hergestellter Porzellanmassen ergaben sich Festigkeiten von 380, 590 und 700 kg/cm². Die für die verschiedenartigen Verwendungsmöglichkeiten des Werkstoffes Porzellan wichtigsten mechanischen Eigenschaften, Druck-, Zug-, Biege- und Verdrehungsfestigkeit, sind in Abhängigkeit vom Querschnitt in Abb. 14 bis 17 zusammengefaßt.

Zur Bestimmung der dynamischen Festigkeit wird außer dem Schlagbiegeversuch mit gutem Erfolg die bereits erwähnte Kugelfallprüfung benutzt. Die mittlere Fallhöhe, bei der Porzellankugeln von 30 mm Dmr. zerspringen, gibt ein Maß für ihre Zähigkeit. Die Rücksprunghöhe ermöglicht einen Vergleich ihrer Elasti-

Abb. 14 bis **17**
Mechanische Eigenschaften guten Hartporzellans mit hochwertiger Glasur in Abhängigkeit vom Querschnitt für glatte massive Versuchskörper

Abb. 18
Schmelzen des Porzellans im Lichtbogen einer Bogenlampe

zität. Für gebräuchliche Porzellanmassen treten beim Fall aus 40 bis 150 cm Höhe die ersten Oberflächenverletzungen, beim Fall aus 4 bis 8 m Höhe die ersten Vollbrüche ein.

Für die Widerstandfähigkeit gegen Temperatureinflüsse ist die Ausdehnungszahl der Glasur im Verhältnis zu dem des Scherbens wichtig, den größten Einfluß hat jedoch die Zugfestigkeit der Glasur. Gute Abrundungen und gleichmäßige Scherbendicken gewähr-

Abb. 19
Oberflächenwiderstand von Porzellan in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit (Reichspostmodell Nr. 1)

leisten bessere Widerstandfähigkeit gegen plö Temperaturwechsel als eckige Umrisse und un teilte Übergänge. Dünne Scherben ertragen Tempe wechsel besser als dicke, Abschrecken ist gefährlicl plötzliche Erhitzung.

Innere Spannungen sind bei einwandfrei herg tem Porzellan nicht vorhanden. Sie werden bei Erzeugnissen bisweilen vorgetäuscht durch schlecht sammenpassen von Masse und Glasur, das in bes krassen Fällen bis zur Haarrissigkeit oder Abblätte Glasur führen kann. Das Fehlen innerer Spann wird am besten bewiesen durch die Möglichkeit zellan bei punktförmiger Beanspruchung mit den ordentlich hohen Temperaturen des Kohlelichtboge weit zu erhitzen, daß flüssige weißglühende Glasu Porzellanmasse herabtropft, Abb. 18.

Die Beständigkeit gegenüber Temperaturwechs von großer Bedeutung bei der Befestigung von Arm die bei neuzeitlichen Isolatoren meist durch Bleiausg folgt. Ein guter Isolator muß den hierbei auftre hohen Beanspruchungen ohne weiteres gewachsen sei

Abb. 20
Spezifischer Widerstand (Durchgangswiderstand) von Porzellan in Abhängigkeit von der Temperatur (ϱ in Ω cm)

Abb. 21
Durchschlagspannung von Porzellanrohren in Abhängigkeit von der Temperatur

Abb. 22
Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Schichtdicke

Abb. 23
Verlustwinkel und Durchschlagfestigkeit von Platten in Abhängigkeit von der Spannung

Porzellan sogar möglich, eine keramisch so schwie- Form, wie sie ein Zugisolator mit zwei Por- schirmen darstellt, in ein Bleibad von 400 °C ein- hen, ohne daß der Isolator geschädigt wird.
m thermischen Widerstandsbeiwert, der nach von Winkelmann und Schott für Glas auf- ten Formel bisweilen für glasiertes Porzellan isch berechnet wird, kommt praktisch keine Bedeu- u.
r Oberflächenwiderstand ist keine Kon- des Werkstoffes, sondern hängt von seiner Ober- beschaffenheit und der Feuchtigkeit der umgeben- uft ab, Abb. 19. Glasiertes Porzellan hat kaum höheren Widerstand als unglasiertes.
b. 20 stellt den spezifischen Widerstand gangswiderstand) in Abhängigkeit von der Tempe- lar. Die Leitfähigkeit von Porzellan ist im wesent- elektrolytischer Natur.
e Durchschlagfestigkeit ist ebenso wie ezifische Widerstand von der Temperatur, Abb. 21, von der Ausbildung des elektrischen Feldes rodenform) und der Scherbendicke abhängig. In iedenen Stoffen und in Luft erhält man nur bei er Wahl der Elektroden übereinstimmende Ergeb- Bewährt haben sich Probeplatten, Abb. 22. In 2 sind weiter die an solchen Platten bei verschiedener licke erhaltenen Durchschlagwerte nach Mes- von Weicker und Schwaiger[10]) auf- t. Die Vertiefungen der Platten werden vor Versuch verkupfert. Das Verhältnis der klein- ur größten Wanddicke darf ein Fünftel nicht über- en, weil sonst bisweilen trotz des großen Unter- s Durchschläge am Rand des Kupferbelages, also den dicken Scherben hindurch stattfinden und Ergebnisse verursachen, ein Umstand, der die ndung ebener Platten wegen der hier stets vor- nden Randdurchschläge ausschließt. Vorbedingung ohe Durchschlagfestigkeit ist ein völlig dichter en ohne Einschlüsse größerer Luftblasen. Die hat ihrer geringen Dicke wegen auf die Durch- festigkeit gebräuchlicher Isolatoren keinen Einfluß.
atten nach Abb. 23 können gleichzeitig zur Be- ng der Dielektrizitätskonstante, der ktrischen Verluste und der Durch- festigkeit benutzt werden. Unmittelbar vor Durchschlag ist bei Porzellan ein Ansteigen Verluste nicht zu beobachten, der Durch- ist demnach bei gewöhnlicher Temperatur kein durchschlag; denn jede Temperaturerhöhung macht sich durch Vergrößerung des Verlustwinkels deutlich bemerkbar. Im übrigen ist der Verlustwinkel keine die Güte des Porzellans kennzeichnende Eigenschaft, selbst nicht in rein elektrischer Beziehung[11]).

Verwendung des Werkstoffes

Neben seiner ursprünglichen Verwendung für Gebrauchsgeräte aller Art im Haushalt, für Luxus- und künstlerische Zwecke, hat Porzellan in der chemischen Technik und in der Elektrotechnik ein sehr ausgedehntes Anwendungsgebiet. Viele Laboratoriumsgeräte des Chemikers und Keramikers bestehen aus Porzellan. In der chemischen Technik gehört Porzellan als Apparatebestandteil, als Gefäß- und Auskleidungswerkstoff und für viele andre Verwendungszwecke zum unentbehrlichen Rüstzeug. Die Photographie und die Färbereitechnik, die Kakao- und Grießmüllerei verwenden Walzen aus Porzellan.

Für Thermoelemente zum Messen hoher Temperaturen sind Pyrometerschutzrohre aus Sonderporzellan verbreitet. Besondere Bedeutung kommt dem Werkstoff in jüngster Zeit für die Kunstseidenindustrie zu, seitdem es gelungen ist, Porzellanspinndüsen mit bis zu 1000 auf einer Fläche von etwa 2 cm² gleichmäßig verteilten Löchern so sauber und genau herzustellen, daß eine Maßhaltigkeit der Bohrungen von $^1/_{100}$ mm gewährleistet werden kann.

In äußerst mannigfachen Ausführungsformen verwendet man Niederspannungsporzellan in der Fernmelde- und Installationstechnik. Für Zündkerzen in Verbrennungsmotoren wird gleichfalls Porzellan in Sonderzusammensetzung mit gutem Erfolg benutzt.

Die höchsten Anforderungen an den Werkstoff stellt jedoch die Hochspannungs-Isolationstechnik, besonders bei Verwendung als Freileitungsisolator[12]). Die außerordentlich hohen Beanspruchungen, denen das Porzellan hierbei standhalten muß, und gleichzeitig die Fortschritte der letzten Jahre auf diesem Gebiete zeigen folgende Zahlen: Für einen normalen Kappenisolator von 280 mm Schirm-Dmr. und 185 mm Bauhöhe (Scherbendicke 20 mm) wird eine mechanische Bruchfestigkeit von 6500 kg gewährleistet. Der wahre Bruchwert liegt noch wesentlich höher, im Mittel bei 10 000 kg, wobei meist nicht Bruch des Porzellans, sondern des eisernen Klöppels eintritt. Eine größere Ausführungsform, die besonders für die erste 220 000 V-Leitung in Deutschland ausgebildet worden ist, hat sogar eine mittlere Bruchfestigkeit von 20 000 kg.

Einer für die normale Bauart gewährleisteten elektrischen Durchschlagspannung von 130 000 V steht eine

[10]) A. Schwaiger, Elektr. Festigkeitslehre, Berlin 1925.

[11]) K. Draeger, Über Verlustwinkel- und Kapazitätsmessungen an Porzellan, Mitteilungen der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G., 1925 Heft 7 S. 33.

[12]) W. Weicker, Hochspannungs-Isolatoren aus Porzellan, Z. Bd. 70 (1926) S. 1183.

wirklich erreichte mittlere Durchschlagspannung von 200 000 bis 250 000 V gegenüber.

Motorisolatoren mit zwei Porzellanschirmen erreichen bei etwa 45 cm² Einspannquerschnitt trotz ihrer keramisch besonders ungünstigen Form eine mittlere Bruchfestigkeit von 8000 bis 9000 kg, während ein elektrischer Durchschlag durch den dicken Porzellanstrunk überhaupt nicht in Frage kommt. Bei Ausführung ohne Schirm als Stabisolator ergeben sich bei gleichem Querschnitt noch wesentlich höhere Zerreißwerte, etwa 9000 bis 11 000 kg.

Von Bedeutung ist die Verwendung hochwertigen Elektroporzellans für Isolationszwecke von Großfunkstationen. So werden zur Fundamentisolierung der Funktürme massive Druckstücke benutzt, die bei 10 cm Höhe und 22 cm größtem Dmr. erst unter Belastungen vo 700 000 kg entsprechend rd. 5000 kg/cm² Vollbruc leiden. Hohle Knüppelisolatoren zum Abspanne Antennen von 120 cm Länge, 60 mm innerem und 1 äußerem Dmr. im Einspannquerschnitt weisen eine reißfestigkeit zwischen 15 000 und 18 000 kg en chend einer spez. Zugbelastung von 225 bis 275 auf.

Die hohen Leistungen, die sich in diesen Z werten widerspiegeln, sind zu einem wesentlichen wissenschaftlicher Forschung und der Nutzbarma ihrer Ergebnisse für die Praxis zu verdanken. Das Zusammenwirken beider berechtigt zu der Erwa weiterer Verbesserungen der Eigenschaften des P lans für die Zukunft. [B 6

Steinzeug

Die Anwendung des Steinzeuges als Isolierstoff für die Elektrotechnik ist erst in jüngster Zeit in Aufnahme gekommen; der Baustoff ist dem Elektrokonstrukteur also noch verhältnismäßig fremd und in seinen Eigenschaften unbekannt; dennoch stellt gerade das Steinzeug den ältesten Baustoff der Gruppe keramische Erzeugnisse dar. Die Ursache liegt in der Entwicklung der Technik, die erst jetzt vielfach Konstruktionen verlangt, die in den Abmessungen von der Feinkeramik nicht mehr leicht erfüllt werden können.

Die Schwachstrom- und die Niederspannungstechnik stellten in bezug auf Isolation und mechanische Leistungen nur geringe Anforderungen, das leicht formbare Porzellan erfüllte alle Notwendigkeiten. Mit der Entwicklung der Fernstromversorgung traten neue Gesichtspunkte auf, die elektrische Beanspruchung stieg, bedeutende mechanische Festigkeiten wurden verlangt, die Formgebung wurde schwieriger, ganz besonders wuchsen die Abmessungen. Der Hersteller von Porzellan verstand es, die Fertigung zu verbessern; sie ist im ganzen den Forderungen der Konstrukteure gefolgt, soweit es mit der feinkeramischen Masse möglich war. Die höchsten Ansprüche an die Fertigung stellen die Durchführungen für die Kraftwerke. Hier fordert der Konstrukteur schon mehr, als derzeit in Porzellan mit Sicherheit und ohne großen Ausschuß geleistet werden kann. Die Teile sollen möglichst einscherbig ohne Kittstellen und Garnierfugen geliefert werden.

Mit dem Steatit und dem Specksteinporzellan (lith) ist ein sehr beachtenswerter Baustoff in Praxis eingeführt, der der keramischen Fertigung der Eigenheit seiner Rohstoffe manche Vorteile b die sich ganz besonders bei größeren, elektrisch und m nisch stark beanspruchten, schwerer formbaren St auswirken. Die Steatitteile haben sich daher für hochw Isolatoren gut eingeführt, die Masse gestattet eine Anpa an die schwierigsten Konstruktionsfälle.

Neben dem Steatit ist das Steinzeug geeignet, die derungen nach Herstellung ganz großer Stück einem Teil, also ohne Kittstellen und Garnierfugen, z füllen. Seine Anwendung dürfte sich im wesentliche die großen unter den keramischen Isolierteilen der trotechnik beschränken; im übrigen wird es nicht mit zellan in Wettbewerb treten. Dem Konstrukteur bieten hier neue Möglichkeiten.

Die Verarbeitung ist im wesentlichen die der üb keramischen Stoffe [Porzellan[1]) und Steatit[2])], es wir nügen, die Abweichungen zu kennzeichnen, Zahlentaf

Berlin-Friedrichshagen [N 904] W. Demu

[1]) Handrek, Porzellan, dieses Heft S. 1553.
[2]) Demuth, Steatit, dieses Heft S. 1566.

Zahlentafel 1

Übersicht über die Eigenschaften von Steinzeugmassen für die Elektrotechnik

I. Herkommen: Naturerzeugnis, durch Verarbeitung ähnlich wie Porzellan und Steatit verformt und gebrannt.

II. Rationelle Zusammensetzung:

Allgemein	Tonsubstanz	30 bis 70 vH
	Quarz	30 „ 60 „
	Feldspat	5 „ 25 „;

dazu kommen bei größeren Stücken vorgebrannte, grobkörnige Scherben.

III. Fertigung: Aufbereitung der Masse und Verarbeitung im Naßverfahren wie bei Porzellan, jedoch hier nur ein Brand bei etwa 1250 °. Einsatz der Stücke in die Öfen ohne Kapsel und unglasiert; die Glasur wird kurz vor Beendigung des Brandes durch Einstreuen von Kochsalz in die Feuerungen aufgetragen. Durch Verdampfen folgt chemische Zersetzung und Umsetzung mit der Steinzeugoberfläche zu einer dünnen geschmolzenen Salzglasur. Für bestimmte Formen Anwendung des Gießverfahrens. Verarbeitung von Preßmassen wie bei Porzellan ist bei Steinzeug nicht gebräuchlich.

IV. Lieferungsform: Für die Elektrotechnik nur in Form großer und langer Rohre oder Durchführungen oder nicht auf Zug beanspruchter Teile, im übrigen beliefert die Steinzeugindustrie nur ihre bekannten, der Elektrotechnik fernliegenden Arbeitsgebiete: Kanalisationsrohre und Geräte, Gefäße und Maschinen für die chemische Industrie. Werkstücke bis 8 m Länge möglich.

V. Farbe: Bruch gesteinartig, grau, braun bis gelb, Oberfläche glatt braun, gelblich bis grau.

VI. Glasur: Salzglasur.

VII. Mechanische und physikalische Eig schaften:

Zugfestigkeit: glasiert und unglasiert 160 250 kg/cm²,
Druckfestigkeit 5500 bis 7900 kg/cm²,
Biegefestigkeit, glasiert und unglasiert, 600 950 kg/cm²,
Schlagbiegefestigkeit 1,8 bis 2,5 cmkg/cm²,
Kugeldruckhärte 800 bis 1000,
Härte nach Mohs unglasiert 7,1 bis 7,5,
Verdrehungsfestigkeit 210 bis 230 kg/cm²,
Temperaturwechselbeständigkeit wie bei Porze
Frostbeständigkeit vollkommen, da nicht hy skopisch, Scherben, glasiert und unglasiert, lig dicht,
Wasseraufnahme 0,
Feuersicherheit beständig,
Säurefestigkeit außer gegen Flußsäure bestän
Wetterbeständigkeit wie bei Porzellan,
Ausdehnungskoeffizient 3,5 bis $4{,}9 \cdot 10^{-6}$,
spezifisches Gewicht 2,4 bis 2,6,
Raumgewicht 2,2 bis 2,4,
Wärmeleitfähigkeit 1 bis 1,25 $\frac{\text{kcal}}{\text{m h °C}}$,
Genauigkeit Schwindung 10 bis 14 vH, d Schleifen auf 0,002 mm bearbeitbar.

VIII. Elektrische Eigenschaften:

Durchschlagfestigkeit 5 bis 10 vH geringer als Porzellan,
Dielektrizitätskonstante 5,1 bis 5,2.

Die festen Isolierstoffe der Elektrotechnik

Von W. Demuth, beratendem Ingenieur, Berlin-Friedrichshagen

Übersicht der wichtigsten festen Isolierstoffe nach Herkommen, Verarbeitung und Eigenschaften — Naturstoffe: Glimmer, Holz, Kautschuk, Marmor, Schiefer — Kunststoffe: Asbest, Glimmerwaren, keramische Stoffe, gummifreie Schichtstoffe, gummifreie Preßstoffe, gummihaltige Preßstoffe

Die hier behandelten Stoffe haben für die Elektrotechnik als Isolierstoffe in erster Linie Bedeutung, doch haben die so bezeichneten Stoffe heute zum n Teil erheblich weitere Anwendung gefunden. Die n mechanischen Eigenschaften, die neben der Isolierkeit erreicht werden, haben vielfach Anlaß gegeben, toffe auch für reine Aufbauzwecke zu verwenden. Eine ns einzelne gehende Behandlung ist hier nicht mög- verwandte Stoffe sind in Gruppen zusammengefaßt, es ist nur auf sie hingewiesen, ebenso auf einzelne iders wichtige Stoffe, über die bereits an dieser Stelle ihrlichere Aufsätze voraufgegangen sind. Die Arbeit hließt auch nur die festen und selbständigen Isolier- e, soweit sie im allgemeinen für den verarbeitenden trukteur von Wert sind; Papiere, Seiden und Weichnimassen für Sonderzwecke, wie die Kabelfabrikation ähnliche Gebiete, sind hier nicht näher behandelt, so nicht die Vergußmassen (Compound) als Übergang- zu den flüssigen Isolierstoffen.

Naturstoffe

Die Anwendung reiner Naturstoffe ist infolge der fort- itenden Ausbildung der Kunststoffe erheblich zurück- ngen, nur die höchstwertigen verwendet man noch im stande, die meisten werden durch Nachbearbeitung, ken oder Lackieren erst zu brauchbaren Isolatoren. it die Naturstoffe nur als Grundlage für Kunstharz- gnisse dienen, werden Vorkommen, Verarbeitung und nschaften erst dort gebracht.

In die Gruppe Naturstoffe fallen Glimmer, Holz, Kaut- k, Marmor und Schiefer.

Glimmer

Im Glimmer haben wir den für die Elektrotechnik stwertigen, ältesten und durch keines der heute zur ügung stehenden Kunsterzeugnisse ersetzbaren Natur- . Seine Eigenschaften sind hervorragend und seine endung für alle Zweige des elektrotechnischen Ge- baues ist äußerst vielseitig.

Glimmer, im Auslande meist unter der englischen Be- nung „Mica" gehandelt, ist ein Mineral, das in den chiedensten Weltgegenden gefunden wird, die einzelnen en haben sehr verschiedenen Wert. Im heutigen schland gibt es keine Glimmervorkommen, früher ver- en wir in Deutsch-Ostafrika über eine ganz vorzüg- Ware, die mit dem besten indischen Glimmer in bewerb stand. Als uns nächstliegendes Einfuhrland mt jetzt Österreich in Frage, doch sind die dortigen kommen noch nicht in ihrem ganzen Umfang und in r Wertigkeit untersucht und erschlossen. Es sei auf Berichte von Prof. Mohr hingewiesen[1]).

Die für die Elektrotechnik meist benutzten Glimmer- n sind der Kaliglimmer oder Muskowit und der Magne- limmer oder Biotit Der Muskowit zeigt die für die iegenden Anforderungen besten Eigenschaften, große ten bis zu 300 cm² von guter Ebenheit, klarer Durch- t bei 0,2 mm Dicke mit nur leichter Tönung und höch- Spaltbarkeit. Die Farbe ist leicht gelblich, rötlich oder vach grün ohne Flecken, von andern Fundstellen auch Beimengungen von Eisen, Magnesium und Kalzium.

Biotit-Glimmer ist selten ganz rein, in der Farbe kler, meist grün, oft nur durchscheinend bis undurch- tig. Andre Glimmersorten, wie Magnesia oder Bern- glimmer (Phlogopit) von gelber bis brauner Farbe, idomelan dunkelgrün bis schwarz mit starkem Eisen- lt, sind für elektrotechnische Zwecke wegen ihrer echten Spaltfähigkeit und hohen Dämpfung wenig ge- et, Natronglimmer und Lithionglimmer scheiden für en Gebrauch ganz aus.

[1]) Prof. Dr. Hans Mohr. Die Versorgung Mitteleuropas mit Nutz- ner, „Internationale Bergwirtschaft" Bd. 1 (1925/26) S. 134.

Die Unterscheidung von Muskowit und Biotit ist durch die Schwefelsäureprobe möglich, Muskowit wird nicht angegriffen, Biotit zersetzt. Weitere Merkmale gibt die Prüfung im polarisierten Licht.

Glimmer findet sich nie rein in großen Lagern oder Blöcken, sondern stets fest eingebettet in Nestern oder Gängen im Gebirge in Gemeinschaft von Feldspat, Quarz, Glimmerschiefer in Pegmatitgängen. Der Gewinn der rohen Pakete ist mühsam, sie werden durch Sprengung und Hacke im Tagebau gelöst, an Ort und Stelle auf etwa 10 mm Dicke roh gespalten und nach Größen und Ebenheit sortiert. Verschiebungen im Gebirge ergeben Faltungen in den Glimmerschichten, die ihren Wert stark beeinträchtigen. Der Gewinn an Glimmer aus dem gelösten Stein ist sehr gering, etwa 10 vH des gebrochenen Gesteins.

Die Anforderungen der Elektrotechnik sind im allgemeinen in bezug auf die Größe der Platten wesentlich zurückgegangen. Nachdem die Funktechnik nur noch in älteren Anlagen mit tönenden Löschfunken arbeitet, besteht der Hauptverbrauch in der Verarbeitung für Kleinisolationen, zu Spaltglimmer für Mikanit oder zu Pulver als Füllstoff für Kunststoffe; ein an Plattengröße höhere Ansprüche stellendes Gebiet ist der Bau von Kondensatoren. Nur geübte Sonderfachleute sind befähigt, die Auswahl der einzelnen Glimmersorten und Abstufungen nach Reinheit und Fleckenhaltigkeit zu treffen.

Eigenschaften des Glimmers[2]):

Spaltbarkeit bis auf $^1/_{100}$ mm herunter;
Härte 2 bis 3 nach Mohs;
Wärmebeständigkeit je nach Sorte: zwischen 400° und 600° unverändert, bei 900 bis 1000° wird Glimmer spröde, weiß und pulverisierbar, bei 1200 bis 1300° schmelzbar;
Wasseraufnahme nur durch Kapillarwirkung zwischen den Schichten, in der Fläche null;
Säurebeständigkeit: Muskowit gegen Schwefel- und Salzsäure beständig, Biotit nicht;
Ölbeständigkeit (Transformatorenöl) gut;
Wärmeleitfähigkeit sehr gering;
Wärmedurchlässigkeit gegen Strahlung wie 6 : 10 im Vergleich mit Fensterglas;
Spezifisches Gewicht 2,65;
Durchschlagfestigkeit[3]):

Glimmersorte	Dicke cm	in Luft gemessen kV	in Luft kV/mm	unter Öl gemessen kV	unter Öl kV/mm
Ia Ruby, klar	0,055	10,5	191	4,9	89
	0,12			5,3	44
	0,28			7,6	27
	0,4			9,5	24
	1,0			13,5	13,5
Kalkutta, schwer rotfleckig	0,11	70	64	67	60
Kalkutta, schwarzfleckig, streifig	0,11	52	47	60	54,3
Madras, schwarz, rundfleckig	0,10	68	68	63	63

Spezifischer Widerstand nach Dr. Bärtling: Ostafrikanischer Glimmer 900 bis 980 Mill. Megohm, kanadischer Glimmer 700 bis 900 Mill. Megohm, bester indischer Ruby-Glimmer 1200 Mill. Megohm;
der Oberflächenwiderstand schwankt nach der Luftfeuchtigkeit wie nach der Güte der Ware und der Art der Beimengungen;
die Dielektrizitätskonstante schwankt ebenfalls nach der Art sehr, und zwar zwischen 3 und 8, für gute Ware liegt sie etwa bei 5;

[2]) Vergl. Demuth, Die Materialprüfung der Isolierstoffe der Elektrotechnik II, Berlin 1923.
[3]) Vergl. Schering-Schröder, Die Isolierstoffe der Elektrotechnik, Berlin 1923, S. 83.

der Verlustwert ist gleichfalls von den Einlagerungen stark abhängig; tg δ nach Messungen von Schröder $2 \cdot 10^{-4}$ bis $10 \cdot 10^{-4}$;

Verarbeitung und Werte von Mikanit folgen unter den Kunststoffen.

Holz

Holz ist, während man es früher in der Elektrotechnik viel angewandt hatte, von den VDE-Vorschriften als Isolierstoff fast vollständig ausgeschlossen, nur in getränktem Zustand ist es für einzelne Geräte noch zugelassen; es wird fast nur noch unter Öl benutzt, ist aber auch hier schon von höherwertigen Stoffen, wie Hartpapierleisten und Hartpapierformstücken, fast völlig verdrängt. Die Verlegung von Leitungen in Holz ist nur noch in Straßenbahnwagen und ähnlichen Fahrzeugen gestattet. Eine besondere Anwendung findet das Holz in den Verbundisolator-Konstruktionen, bei denen es auf Zug beansprucht wird und gleichzeitig die Isolation übernimmt; gegen Witterungseinflüsse sind die Holzteile hierbei zumeist durch Porzellan, Glas oder andre Umkleidungen geschützt.

Kautschuk

verwendet man nur in verarbeitetem Zustande. Näheres ist unter den Kunsterzeugnissen bei Hartgummi angegeben.

Marmor

ist ein in der Starkstromtechnik, ganz besonders im Schalttafelbau, gern benutzter Baustoff. Er wurde eine Zeitlang durch Kunstharzplatten verdrängt, die an sich erheblich bessere elektrisch-isolierende Eigenschaften haben. Diese Verdrängung ist nicht von Bestand gewesen; in allen größeren Schaltanlagen herrscht Marmor wieder vor, rein architektonische Gründe geben hier den Ausschlag.

Marmor ist eine Abart des Kalksteines; der Bruch zeigt je nach der Fundstelle verschieden große Körnung. Als deutsche Vorkommen seien genannt: Kunzendorf i. Schl., das Fichtelgebirge und unsre uns heute gesperrte Kolonie Südwest-Afrika. Von den weiteren europäischen Vorkommen seien Griechenland und Karrara in Italien als Lieferer vorzüglicher Ware angeführt.

Man gewinnt das Gestein in großen Blöcken, die dann in Platten verschiedener Dicke geschnitten werden. Die Bearbeitung ist leicht durch Sägen, Fräsen, Feilen, Bohren, Schleifen und Polieren auszuführen. Der Verband Deutscher Elektrotechniker verlangt, weil Marmor zur Aufnahme von Feuchtigkeit neigt, besondere Behandlung, nach der der Marmor tatsächlich weniger als Isolier-, mehr als Bau- und Konstruktionsstoff benutzt wird; dennoch wird auch eine sorgfältige Messung auf Isolationsfähigkeit durchgeführt, da der Stein mit leitenden Adern durchsetzt ist.

Marmor ist nicht säurebeständig, dagegen ölfest, Ölflecke sind jedoch aus Schalttafeln nicht wieder herauszubringen.

Schiefer

Die Verwendung von Schiefer ist erheblich zurückgegangen; sie beschränkt sich nur auf Kleintafeln für den Gerätebau. Die VDE-Vorschriften geben hierfür noch weiter einengende Regeln als für Marmor. Die Isolationsfähigkeit ist infolge vielfacher Eiseneinlagerungen noch geringer, nur in einem Punkt ist Schiefer höherwertig als Marmor: er weist neben Ölbeständigkeit auch gute Säurebeständigkeit auf.

Über Schiefervorkommen verfügen wir in Thüringen und im Rheinland, die Verarbeitung der deutschen Schiefergesteine ist etwas schwieriger als die solcher fremder Herkunft.

Kunststoffe

Asbest

Der handelsübliche Rohasbest stellt eine weiße bis gelbe, flockenartige Faser dar; er wird an vielen Stellen der Erde gefunden, die wertvollsten Vorkommen liegen in Kanada, Sibirien und Südafrika. Man gewinnt ihn bergmännisch im Tagebau; die Ausbeute an brauchbarer Ware ist im Vergleich zum bewegten Gestein sehr gering, sie beträgt höchstens 10 vH. Die Härte beträgt 5 nach der Mohsschen Reihe, die Wichte[3a]) 2,5 bis 3,3. A läßt sich nach Lösung und Reinigung der Adern Gestein vermahlen oder zu Fäden, Geweben und Pl verarbeiten. Die Eigenschaften sind technisch äu wertvoll, Asbest ist unentflammbar, hitzebeständig, s fest, nicht elektrisch und schlecht wärmeleitend, un stig ist die starke Wasseraufnahmefähigkeit.

Deutsche Asbestvorkommen liefern nur eine kurze Ware, die eine Verarbeitung für technische Zw in beschränktem Maße lediglich als Füllstoff zuläßt

Man verwendet Asbest als Nichtleiter von Elek tät für die Isolation von Kabeln und Drähten, sonst noch in beschränktem Umfang in reiner Form für Widerstandbau, als säurefestes Stopfmittel für ortbe liche Sammler und in mehr oder weniger fein ver lenem Zustand als Füllmittel für Preßstoffe, wie K harz, Teermassen u. a., in Verbindung mit Pappen, S formehl oder Kaolin für hochhitzebeständige Trennw

Abb. 1
Rohglimmerstücke sowie Stanzteile aus Reinglimm und Mikanit

Glimmerwaren

Schellack-Mikanit. Der Name deutet da hin, daß es sich hier um ein Folgeerzeugnis des behandelten Glimmers handelt. Bei der Gewinnung Verarbeitung des Naturstoffes ergibt sich ein bede der Abfall an Schnitt- und Spaltblättchen, der noc weitem Maße für die Zwecke der Elektrotechnik nut gemacht wird. Der Glimmer wird nach Größe sor zumeist kommen unregelmäßige Blätter von etwa 4 bis 5×5 cm² zur Verwendung, die auf etwa 0,0 Dicke gespalten und auf eine Fläche schuppenartig i einandergreifend gelegt werden, darüber kommt Spiritus-Schellacklösung und nach Bedarf neue gl artige Schichten. Die so mit der Hand verklebte P wird unter Erwärmung gepreßt, das Lösungsmittel d vergast und ausgetrieben und der Schellack gehärtet ergeben sich klangharte, feste Platten, die in Dicken 0,25 bis 1,5 mm geliefert werden. Die Flächengröß mit 1000×500 mm² und 1000×1000 mm² handelsüb Die hier benutzten Druckwasserpressen sind die gleic die für die Herstellung von Hartpapier benutzt we und wie eine solche in meinem Aufsatz „Kunstharze Baustoffe"[4]) abgebildet ist. Der Flächendruck bet meist 75 kg/cm², die übereinanderliegenden Platten den mit Dampf beschickt und nach dem Vergasen Spirituslösung zum Härten auf Kühlwasser umges

Die Mikanitarten, alle nach dem geschilderten gang hergestellt, sind untereinander sehr verschi und lassen sich dem jeweiligen Bedarfsfall bestens passen. Als Beispiele für die vielen Einzelheiten Möglichkeiten seien die folgenden von der AEG g ferten Sorten angeführt:

Preßmikanit, geschliffen von 0,4 mm an, spez. Gew 2,5 bis 2,6, Durchschlagfestigkeit (*D*) bei 1 mm D in Zimmertemperatur 25 kV; Verarbeitung zu Pla Streifen und Segmenten für Kollektorbau.

[3a]) = spezifisches Gewicht Vorschlag Aussch. f. Einh. u. Form
[4] Z. Bd. 71 (1927) S. 1231.

ɛßmikanit, ungeschliffen, von 0,3 mm an, spez. Gew. und Durchschlagfestigkeit wie vorstehend.
rtbraunmikanit von 0,3 mm an, spez. Gew. 2,2 bis 2,3; $D = 37$ kV, für Scheiben, Ringe, Rohre, Nutenisolation.
ißmikanit von 0,3 mm an, spez. Gew. 2,5 bis 2,6, $D =$ 25 kV; für Widerstände in Heizgeräten.
ıeständiges Mikanit von 0,3 mm an, spez. Gewicht 2,5 bis 2,6, $D = 36$ kV, für Transformatoren und Ölschalter.
ɛgsames Mikanit ohne Papierauflage von 0,15 mm an, desgl. mit einfacher oder beiderseitiger Papierauflage von 0,4 mm an, spez. Gewicht 2,2, $D = 38$ kV; für Wickungen.
kartafolium 0,15 mm dick, spez. Gew. 1,15 bis 1,5, $D =$ 3 kV; nur in Rollen von 800 mm Breite; für Spulen für Maschinen mit offenen Gehäusenuten und zum Wickeln von Rohren.
kanit auf Japanpapier, in Rollen von 750 mm Breite oder in Bogen 450 × 600 mm², 0,08 bis 2 mm dick, spez. Gew. 1,1, $D = 6$ kV; Verwendung wie vorstehend.
kanitleinen, ein- und zweiseitig belegt, von 0,4 und 0,5 mm an, spez. Gew. 2,2.
kanitbatistband von 0,15 mm Dicke in Rollen oder Bändern zum Isolieren von Spulen.
kanitseide, von 0,12 bis 0,15 mm Dicke, in Rollen oder Bändern.

Abb. 1 zeigt eine Reihe von Stanzteilen aus Mikanit, auch Rohglimmerstücke.

Neben rein flächenartigen Erzeugnissen lassen sich ziemlich beliebig gestaltete Formstücke für verdene Zwecke, wie Rohre, Kollektorringe, Hülsen, nauskleidungen, Spulenkörper, Kniestücke usw., Mikanit herstellen, als Beispiele dienen die Körper bb. 2.

Als Ergänzung zu den angegebenen Durchschlagɔn sei noch gesagt, daß Mikanit nicht als feuerr im Sinne der VDE-Vorschriften gilt, und daß die nebeständigkeit nur bis etwa 80° reicht. Dieser Um bereitet für die Verwendung der elektrisch hochgen und der Form nach so anpaßfähigen Mikaniteine frühe Grenze; man hat darum versucht, mit rn Klebemitteln zu arbeiten. Das sonst so vielseitige lit, das als nächstes Mittel in Frage kam, hat wohl lich höhere Wärmebeständigkeit, es haftet aber an Glimmerfläche nicht und wird dazu völlig hart, ist auch nicht im nötigen Maß verformbar.

Es sei daher auf einen ganz neuen Stoff aufmerksam cht, der eigentlich in das Gebiet der Kunstharze aber gerade im Zusammenhang mit Glimmer ein ɛssertes Erzeugnis, das Kunstharz-Mikanit ergibt. andelt sich um die Verwendung eines in Amerika der General Electric Co. entwickelten Kunstharzes ptal).

Das Glyptal hat die Eigenschaft, vorzüglich auf ɛn Flächen zu haften, so auf Glas, Glimmer, glaɛm Porzellan, poliertem Metall u. a. Für die Verung, besonders für die Mikanitfertigung ist weiter ig, eine hohe Klebefestigkeit, eine hohe Druckfestigeine Härte, die sich der Abnutzung der Kupferllen und der Kohlenbürsten an Kollektoren gut an- Vermeidung jeder Art von Gasbildung oder Verıng unter der Betriebserwärmung, hohe Durchschlagfestigkeit, hohe Wärmebeständigkeit (etwa 120 bis 150°), Beständigkeit gegen Mineralöle und Feuchtigkeit, Beständigkeit gegen schroffe Temperaturwechsel, Gleichmäßigkeit der dielektrischen Werte bei verschiedenen Temperaturen. Die genannten Eigenschaften machen Glyptal-Mikanit für alle Bedarfsfälle in der Elektrotechnik geeignet, so für Hochspannungsgeräte, Widerstandbau, Heizgeräte, Funkgeräte, Kondensatoren u. a.

Abb. 2
Gepreßte Formstücke aus Mikanit
(Spulenkörper, Brücke)

Vergleichende Versuche an Schellack-Mikanit und an Glyptal-Mikanit haben mindestens die Gleichwertigkeit des neuen Bindemittels erwiesen. Glyptal verkohlt nur schwer, die verkohlte Bahn nach Einwirkung eines Lichtbogens ist geringer als bei Schellack oder Phenolharz. Die Herstellung, Verarbeitung und Anwendung ist für Glyptal-Mikanit fast dieselbe wie für Schellack-Masse.

Keramische Stoffe

Porzellan. Diesem hochwertigen Isolierstoff ist mit Rücksicht auf seine Wichtigkeit für Hochspannungsisolatoren bereits ein selbständiger Aufsatz[5]) gewidmet, ebenso dem Steatit[6]), einem Speckstein-Erzeugnis von außerordentlich hoher Fähigkeit, sich den Bedürfnissen der Elektrotechnik und andrer wichtiger Industrien anzupassen.

Ein weiteres keramisches Erzeugnis, das für die Elektrotechnik Wichtigkeit erlangt hat, ist das Steinzeug[7]), und zwar ein zwischen dem Feinsteinzeug und dem Porzellan liegendes Erzeugnis Sillimanit der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke. Es wird in ähnlicher Weise wie das Porzellan verarbeitet mit dem Vorteil, daß selbst große Stücke, wie Hochspannungsdurchführungen, aus einem Teil ohne Kitt- oder Garnierfugen angefertigt werden, die Masse ist ihrer Art nach aber nur zur Erzeugung solcher Teile geeignet, die in Porzellan nur schwer herstellbar sind, also von Isolatoren der größten Abmessungen.

Glas ist ein Schmelzfluß aus Kieselsäure, Natron, Kali, Kalk, Bleioxyd und je nach Anforderung andern Zusätzen, es ist leicht formbar und den verschiedensten Zwecken anzupassen[8]).

Das Glas hat in der Elektrotechnik als Isolator, als Dielektrikum für Kondensatoren, teilweise auch für Schalttafeln oder Durchführungsstützwände vielfach Anwendung gefunden, ist jedoch für diese Zwecke in Deutschland fast völlig wieder verlassen. Als Ursache sind das Vorkommen von inneren Spannungen als Folge der Herstellung und die daher unzuverlässige Festigkeit insbesondere bei Temperaturschwankungen sowie eine verhältnismäßig geringe Beständigkeit der Oberfläche gegen den Einfluß der Atmosphäre und der Rauchgase zu nennen. Jedenfalls ist Glas als Baustoff für Freileitungsisolatoren in Deutschland durch die besseren Eigenschaften von Porzellan, Steatit und Steinzeug völlig verdrängt, während in Amerika noch viele Strecken damit gebaut sind; hier ist wohl ausschlaggebend, daß das amerikanische Porzellan nicht die Güte der deutschen Ware erreicht.

Als Dielektrikum für den Kondensatorenbau großer Abmessungen wird Glas in stark bleihaltiger Zusammensetzung noch unter Öl benutzt; für die Kleinkondensatoren, in denen es während des Krieges in Ermangelung von Glimmer verwendet wurde, ist es jetzt nach Wiedererlangung dieses Stoffes mit Rücksicht auf Raum und Gewicht wieder verschwunden. Gleichwohl ist das Glas für die Elektrotechnik ein besonders wichtiger Werkstoff, wenn auch nicht als eigentlicher Isolierstoff für Elektrizität. Als Baustoff für die Lampenbirnen ist es unersetzlich, und für die Gefäße der Quecksilberdampf-Gleichrichter, Röntgenröhren u. a., spielt es noch immer eine große Rolle.

Ein ganz neues glasartiges Erzeugnis bringt die AEG jetzt dagegen auf den Markt, das Mikalex, einen durch Zusatz verschiedener Mineralstoffe hergestellten Glasfluß, der mit Glimmerstaub oder andern mineralischen Stoffen vermengt wird. Mikalex ist in Wärme plastisch und läßt sich unter der Presse formen, das Einpressen von Metall-

[5]) Handrek, Porzellan als Werkstoff, dieses Heft S. 1553.
[6]) W. Demuth, Steatit, dieses Heft S. 1566.
[7]) Dr. F. Singer, Das Steinzeug, Z. Bd. 71 (1927) S. 122; vergl. W. Demuth, Steinzeug S. 1560 dieses Heftes.
[8]) Z. Bd. 67 (1923) Heft 21, Bd. 70 (1926) S. 37 u. f.

teilen ist möglich, ebenso das Umpressen um Kontaktschienen, Bolzen, Griffe u. ä. Teile. Die Temperaturbeständigkeit geht bis über 450 °; die Wärmeausdehnung entspricht annähernd der des Metalles, so daß die Isolierüberzüge nicht reißen, abplatzen oder ähnlichen Schaden nehmen. Die Werte entsprechen im allgemeinen der Güte der Stoffe nach Klasse I der gummifreien Isolierstoffe, die elektrischen Eigenschaften übertreffen die Werte der Sonderklasse X.

Gummifreie Stoffe (geschichtet)

Preßspan-Hartpappe wurde in den Entwicklungsjahren der Elektrotechnik viel benutzt, heute ist dieser Baustoff aus seinen Hauptanwendungsgebieten durch Kunstharz-Hartpapiere und -Gewebe stark verdrängt. Die Benutzung beschränkt sich jetzt zumeist auf Schutzgehäuse, Spulenkörper, Nutenisolation, Induktorspulen, Feldspulen-Zwischenlagen, Wicklungsversteifungen und -umkleidungen, die fast sämtlich noch einer nachträglichen Tränkung als Feuchtigkeitsschutz unterzogen werden.

Preßspan wird gelb und schwarz geliefert, roh, matt und glänzend, geölt, lackiert, in Tafeln von 0,2 bis 5 mm Dicke und in Größen bis 1000 × 1200 mm², und zwar ungeölt und geölt. Die Durchschlagfestigkeit von Edelpreßspan unter Öl von 75 ° C nach den gemeinsamen Bedingungen der SSW und der AEG ist zu folgenden Werten festgestellt:

0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2 mm
10	15	23	29	37	48	56 kV.

Preßspan läßt im Vergleich zu den vielseitigen Anforderungen der Elektrotechnik nur eine beschränkte Anwendung zu, wie auch das Vulkanfiber, das aus Papierfaser, die vorher mit Schwefelsäure und Chlorzink behandelt ist, unter hohem Druck hergestellt wird. Die Lieferungsform in Platten, Rohren und Stangen läßt eine mannigfaltigere Anwendung als Preßspan zu, die Bearbeitung ist leicht, die Wärmebeständigkeit ausreichend, doch zeigt es große Feuchtigkeitsaufnahme, die den Verband Deutscher Elektrotechniker zu eng begrenzenden Vorschriften veranlaßt hat.

Der Werkstoff ist darum aus der Elektrotechnik wieder mehr verdrängt und durch die weitaus höherwertigen Hartpapiere ersetzt. Der Aufbau vollzieht sich hier unter Verwendung von Papieren oder auch andren Stoffen, die mit Bakelit getränkt und unter Druck und Hitze zu einem geschichteten, annähernd gleichförmigen Körper verarbeitet werden. Die Lieferungsform in Platten, Rohren, Stäben und Formstücken ermöglicht eine umfangreiche Anwendung im Bau von Hoch- und Niederspannungsgeräten. Ausführlicheres über Einzelheiten ist bereits in zwei Arbeiten in dieser Zeitschrift gesagt[9]).

Webstoffe. Den festen geschichteten Isolierstoffen schließen sich die Webstoffe an, die in Bändern oder in Breiten bis 1200 mm handelsüblich sind und hauptsächlich zu Isolationszwecken im Maschinen- und Gerätebau gebraucht werden. Die Auswahl ist hier außerordentlich groß. Als Tragkörper dienen Seide, Leinen, Batist, Köper, Segelleinen, Papier, die durch Tränken mit Iolierlacken zu hochdurchschlagfesten, wickelfähigen Isolierstoffen verarbeitet werden und sehr wertvolle Bauteile für Spulen, Ankerwicklungen u. dergl. ergeben.

Einige Beispiele aus der Reihe der AEG-Webstoffe lassen die Isolationsgüte erkennen:

Isolierwebstoffe	Dicke mm	Durchschlagfestigkeit bei Zimmertemperatur je nach Dicke kV
Isolierseide	0,1 bis 0,25	4 bis 20
„ batist	0,15 „ 0,25	3 „ 7
„ leinen	0,12 „ 0,30	3 „ 18
„ köper	0,5 „ 0,7	4,5
Renforcé	0,25 „ 0,30	6
Isoliersegelleinen	0,7 „ 0,8	8 bis 10
„ papier	0,05 „ 0,1	3 „ 6

[9]) Vergl. [4]), ferner Oehler, Papier als Werkstoff, Z. Bd. 71 (1927) S. 545.

Den Bahnen und Bändern schließen sich die … lierschläuche aus Eisengarn und Baumwoll… die mit 1 bis 14 mm l. W. und 1 m Länge geliefert … den; die Wanddicke beträgt 0,5 und 1 mm, die Durchsc… festigkeit 3 bis 8 kV. Verwendung finden die Schl… im Gerätebau, in der Funktechnik, im Kraftwagenb… Zünderleitungen u. dergl. Stellen.

Gummifreie Preßmassen

In diese Gruppe gehören die Teer-, Asphalt-, Ze… Wasserglas-, Gips-Zementmassen, trocknende Öle… Kunstharz-Preßstoffe; die ersteren sind zwar no… Gebrauch, soweit nicht hohe Ansprüche an Wärmebe… digkeit gestellt werden, doch stehen wir in einem … gang, der sich vollkommen den hochwertigen K… harzerzeugnissen zuneigen dürfte.

Man verarbeitet diese Massen nach Mischung mit … stoffen entweder nach dem Kaltpreß-, dem Spritz- … dem Heißpreßverfahren in Matrizen. Die Vorteil… Kaltpreß- und Spritzmassen liegen im billigen Preis … als Folge ihrer niedrigen Wärmegrenze und Wi… erweichung, in dem erneuten Nutzbarmachen von … fällen und Ausschuß, während die Kunstharzerzeug… an sich teurer sind und nach der Endverarbeitung … zurückgewonnen werden können. Kunstharze habe… nach den Füllstoffen eine Wärmebeständigkeit bis … nach Angaben der Bakelite-Ges. auch bis 300 °C und … nicht wieder schmelzbar, über der Grenztemperatur … langsame Verkohlung ein.

Für die Beurteilung der Stoffgüten sind vom Zen… verband der Deutschen Elektrotechnischen Industrie … dem Material-Prüfungsamt Untersuchungsverfahren … eine Gütestaffel, Zahlentafel 1, festgelegt.

Die einzelnen Preßwerke mischen und verarb… die Grundstoffe vielfach nach Sondererfahrungen; … Namen sind ebenfalls sehr vielartig, so daß eine Ge… aufzählung hier nicht möglich ist. Die Kennzeich… durch das amtliche Klassenzeichen ist ein einwandf… Merkmal[10]).

[10]) Vergl. a. W. Demuth, Kunstharze als Baustoffe, Z. … (1927) S. 1231.

Abb. 3
Bauteile aus Hartgummi

a Preßteile als Brücken, Verteilerschieber, Klemmleisten, Spulenkörper, Deckel usw.
b Abspannisolatoren für Straßenbahnen

Demuth: Steatit

Abb. 1
erarbeitung von Naturspeckstein vom Findling bis zum brennfertigen Stück

Abb. 5
Düsen, Fadenführer, Treibräder und Mahlsteine aus Steatit

Abb. 2
Teile aus Naturspeckstein

Abb. 3
Preßteile für die Elektrotechnik
gepulvertem Speckstein, trocken
preßt, glasiert und gebrannt

Abb. 6 (unten)
Teile für Elektro-Wärmegeräte

Abb. 4
Preßteile von besonders großen Abmessungen, bis 40 cm Dmr.

Abb. 7
Formteile für Gas-Wärmegeräte aus Magnesolith

Abb. 8
Geräte für die chemische Industrie

Zahlentafel 1

enschaften von gummifreien Preßmassen

Klasse	Wärmebeständigkeit nach Martens °C	Biegefestigkeit kg/cm²
. . . . .	mindestens 150	mindestens 500
. . . . .	„ 150	„ 350
. . . . .	„ 150	„ 200
. . . . .	„ 150	„ 150
. . . . .	„ 150	unter 150
. . . . .	„ 100	mindestens 350
. . . . .	„ 65	„ 250
. . . . .	„ 45	„ 125
. . . . .	unter 45	„ 125
. . . . .	funkensichere Stoffe	

Abb. 5
Mit Ebonit säurefest umkleideter Mischbottich

Gummihaltige Isolierstoffe

)ie Benutzung der mittels Kautschuks[11]) hergestell-
;ummiartigen Stoffe ist in der Elektrotechnik im letz-
Jahrzehnt wegen der geringen Wärmebeständigkeit wesentlich zurückgegangen, und andre Kunstmassen sind an ihre Stelle getreten. Den Anforderungen entsprechend haben auch hier die Gummifabriken Sondermischungen unter eigenen Namen geschaffen.

Die Lieferungsformen umfassen Platten, Rohre, Stangen und die verschiedensten Preßteile mit und ohne Metalleinlage. Der Hauptvorteil der Gummistoffe liegt in einer guten Eignung für Bauteile, die betrieblich dauernd feinen Stößen ausgesetzt sind, denen gegenüber Ersatzstoffe zu spröde sind. Zur Darstellung der Gesamteigenschaften diene Zahlentafel 2, die ein Auszug aus der AEG-Liste ist; damit ist eine Vergleichsmöglichkeit mit den gummifreien Preßstoffen möglich. Abb. 3 zeigt einige Bauteile.

Ein für die mannigfachsten Zweige der Technik wichtiges Gebiet der Hartgummiverarbeitung ist die Herstellung von Bauteilen aus säurefestem Ebonit oder die Auskleidung von Gefäßen, Kesseln, Misch- und Rührtrommeln mit der Masse, wofür in Abb. 4 und 5 einige Beispiele gegeben sind.

Hier müssen auch noch die Isolierbänder erwähnt werden, die in verschiedenen Dicken, Farben, Breiten und Gütegraden, ein- oder zweiseitig gummiert, geliefert werden. [B 842]

[11]) Z. Bd. 71 (1927) S. 553.

Abb. 4
Säurefeste Bauteile aus Ebonit

Zahlentafel 2

Eigenschaften einiger gummihaltiger Isolierstoffe nach Angaben der AEG.

›eichnung	Farbe an der Oberfläche	Spezifisches Gewicht	Zerreißfestigkeit kg/cm²	Biegefestigkeit kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit cm kg/cm²	Härtezahl nach Brinell $P = 50$ kg $D = 5$ mm kg/cm²	Wärmebeständigkeit nach Martens, Absinken um 3 mm bei °C	Wärmebeständigkeit nach Vicat, Temperatursteigerung 50° in 1 h, Nadel 1 mm², runder Auflagequerschnitt Belastung 5 kg, Einsinken um 1 mm bei °C	Wasseraufnahme in 96 h etwa vH	Lichtbogensicherheit, Gütegrad	Oberflächenwiderstand Megohm × 10⁶ cm²	Durchschlagfestigkeit kV/mm	Kleinste Wanddicke mm
tgummi 26 769	schwarz	1,24	340	900	9	1500	65	105	0,018	3	1,84	9,7	0,2
nstabilit 5640	braun	1,56	290	675	9	2100	60	165	0,03	3	2,1	7,3 bis 10,5	2
ngummi 36 755	grau	1,7	210	600	7	2000	80	170	0,09	3	2,1	10 bis 11	2
nasbest 5730	braun-schwarz	1,9	120	350	5	1500	90	über 230	1,53	3	0,75	2,5	2

Steatit

Von W. Demuth, beratendem Ingenieur, Berlin-Friedrichshagen

Übersicht über die Verarbeitung und Verwendung von Speckstein, Steatit, Melalith und verwandten Baustoffen. Tafel der Eigenschaften von Steatitmassen.

Hierzu Textblatt 19 und 20

Das Steatit wird oft von den Verbrauchern als ein dem Porzellan wesensgleicher Stoff angesehen, tatsächlich ergeben sich bei näherer Betrachtung ganz erhebliche Unterschiede, grundsätzliche Abweichungen und vielseitigere Anwendungsmöglichkeiten. Das Steatit läßt einmal eine weitaus sorgfältigere Anpassung an die verschiedenen Erfordernisse der Verbraucherkreise unter Voranstellung der einen oder andern physikalischen oder chemischen Eigenschaft durch besondere Zusammensetzung oder Behandlung zu, anderseits ist bei Verwendung von Naturspeckstein eine Bearbeitung möglich, die an Feinmechanik erinnert; selbst bei Benutzung gepulverter Massen in den verschiedenen Mischungen wird noch eine Sauberkeit und Maßhaltigkeit erreicht, die die des Porzellans erheblich übertrifft. Hinzu kommen noch die außerordentlich hohen Festigkeits- und elektrischen Eigenschaften. Das Steatit gestattet in vorzüglicher Weise die weiteste Anwendung der neuzeitlichen Bandfertigung und unbedingte Austauschbarkeit, Eigenschaften, die in einem wirtschaftlich arbeitenden Betriebe höchste Wertung genießen.

Vorkommen und Erzeugungsstätten

Das Steatit und seine Folgeerzeugnisse werden ausschließlich in Deutschland gewonnen und verarbeitet; keines der fremden Industrieländer ist in der Lage, dem ein gleichwertiges Erzeugnis entgegenzustellen, da der Urstoff, der Speckstein, in dieser Güte und Eigenart nur in deutschem Boden gefunden wird. Aus volkswirtschaftlichen Gründen ist es daher von großer Bedeutung, dem in technischer Beziehung so hochwertigen Baustoff immer weitere Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen und nicht nur auf dem Inlandmarkte zu verwenden, vielmehr noch ergibt sich hier für die Fertigung ein wertvolles Ausfuhrgut, das geeignet ist, zur Verbesserung unsrer stark passiven Handelsbilanz beizutragen.

Der Naturspeckstein ist ein monoklin kristallisierendes Mineral vom spezifischen Gewicht 2,6 bis 2,8 und der Härte 1 nach der Mohsschen Reihe, er läßt sich leicht verarbeiten, durch folgenden Ofenbrand wird die Härte 6 erreicht. In chemischer Beziehung ist der Speckstein dem Talk gleich, unterscheidet sich aber in seinem geologischen Vorkommen und seinen physikalischen Eigenschaften wesentlich von diesem. Der Rohstoff findet sich in derben Massen, in Stücken bis Faust- oder Kinderkopfgröße in Nestern im Kalk, Granit, Serpentin und Glimmerschiefer. Die Farbe ist weiß, gelblich bis graugrün; der Stoff ist fettig und nicht hygroskopisch.

Das deutsche Vorkommen bei Göpfersgrün im Fichtelgebirge hat eine Mächtigkeit von mehr als 5 km Länge bei fast 1 km Breite und erheblicher Tiefe. Den Rohstoff baut man rein bergmännisch teils im Tage- teils im Tiefbau ab. Das in Deutschland gewonnene Gestein zeigt so hervorragende Besonderheiten, daß der vom Ausland versuchte Wettbewerb durch Ausbeutung von Vorkommen in Spanien, Frankreich, Rumänien und Amerika nicht dagegen aufzukommen vermochte; auch der in Ostasien anzutreffende, für Schnitzereien vielfach benutzte Rohstoff zeigt wohl ähnliche Eigenschaften, weicht jedoch so erheblich ab, daß man ihn für technische Zwecke nicht verwenden kann. Der Speckstein ist durch den Einfluß kiesel- und kohlensäurehaltiger, magnesiareicher Wasseradern entstanden, die die Kalkschichten umbildeten. Der in der Grube gewonnene Rohstoff wird gewaschen, ausgelesen und getrocknet.

Die Vorkommen wie die Verarbeitung lagen bis vor einigen Jahren noch in der Hand verschiedener Firmen; sie sind jetzt zusammengefaßt in der Steatit-Magnesia-A.-G., Berlin, die die Ausnutzung und Verwertung mit allen wissenschaftlichen Mitteln neuzeitlicher Te[chnik] unter Beschäftigung von Geologen und Chemikern [für Ge]winnung und Vorbereitung, Elektroingenieuren, [Che]mikern und Betriebsbeamten als Sonderfachleute[n be]treibt. Die Fertigung liegt in Erzeugungsstätt[en in] Berlin-Pankow, Berlin-Tempelhof, Holenbrunn und [Lauf] a. d. Pegnitz, getrennt nach den Verbrauchzweige[n und] den dafür nötigen Sonderstoffen. Einige wenige noc[h selb]ständige Betriebe beziehen den Rohstoff von der [...]gesellschaft.

Verarbeitung und Verwendung des Naturspeckst[eins]

Die rohen Natursteine lassen sich ohne Schwier[igkeit] und infolge der Fettigkeit des Stoffes fast ohne [Staub]bildung in Scheiben oder sonst beliebige flache [...] kantige Formstücke, Abb. 1[1]), mit der Kreissäge s[chnei]den. Die gewonnenen Teile lassen sich drehen, b[ohren,] fräsen, mit feinstem Gewinde versehen, die Loch[durch]messer bis auf 0,08 mm herstellen. Die Erzeugnisse, d[ie] meist in der Gasindustrie verwendet werden, vielfach auch als feinste Spritzdüsen für die Kunstseidenferti[gung,] als Zerstäuberdüsen für verschiedene Flüssigkeite[n be]nutzt werden, werden auf Sondermaschinen, die [...] der Kleinheit der erzeugten Gegenstände oft 4 bis [...]beitsgänge ausführen, ohne Umspannen hergestellt. A[bb. 1] zeigt solche Stücke, in der ersten Reihe Brenner für Ga[s...] ganz aus Speckstein, teils sind die Brennerköpfe in M[etall]einsätze eingesetzt. Wenn auch in Deutschland die G[asbe]leuchtung zum Teil der Elektrizität hat weichen müss[en,] finden die Stücke aus Naturspeckstein doch noch fü[r den] Auslandmarkt bedeutenden Absatz, auch für Aze[tylen]brenner für die Kraftwagen- und Fahrradindustri[e,] Grubenlampen, Streckenbaulampen, für Bojen und L[euch]tfeuer, für Vergaserdüsen an Kochgeräten, Matrize[n für] Bleistiftminen, für die optische Industrie, für Sch[weiß-] und Schneidbrenner usw. Die untere Reihe auf dem [Bild] zeigt u. a. mehrere Spritzdüseneinsätze, die kaum noc[h die] Feinheit und Vielheit der sehr kleinen Löcher erke[nnen] lassen; unten ist ein rund gedrehter, mit feinem Ge[winde] versehener und nutenförmig ausgefräster Widerstand[skör]per für elektrische Zwecke dargestellt.

Die mechanisch fertig bearbeiteten Stücke w[erden] unglasiert einem einmaligen Brande unterworfen, [wo]durch die Härte 6 erreicht wird. Eine Glasierung [läßt] sich auf dem Naturstein nicht anbringen, doch e[rhält] man auch so eine sehr glatte Oberfläche. Die Sch[win]dung beträgt nur 0,25 vH, wodurch eine außerorde[ntlich] hohe Maßhaltigkeit erreicht wird. Die Feuerbestä[ndig]keit ist durch keinen andern Baustoff zu übertre[ffen.]

Erwähnt sei, daß der Naturspeckstein infolge s[einer] leichten Bearbeitbarkeit vielfach zur Fertigung [von] Versuchsteilen für Laboratorien, für die Ele[ktro]technik und andere Zweige vorzüglich verwe[ndbar] ist, um für die Massenfertigung vorgesehene, [aber] noch nicht genügend durchgebildete Körper herzust[ellen] und die geeigneten Formen zu erproben. Durch d[iese] Hilfsmittel lassen sich oft teure Formen und Werk[zeug]änderungen ersparen und viel Zeit gewinnen; die [Ge]legenheit zu solchen Vorstudien sollte im Bau [elek]trischer, physikalischer und optischer Geräte zur [Er]sparnis von Ausfällen, die sich in wirtschaftlicher [Be]ziehung oft schwer auswirken, weit mehr ausge[nutzt] werden.

Die Schnittabfälle und das Sägemehl aus der Vera[rbei]tung von Naturspeckstein leiden in ihrer Güte n[icht;] sie finden für die in den folgenden Abschnitten be[han]delten Pulverpreßmassen noch volle Ausnutzung.

[1]) Abb. 1, 2 und 5 auf Textbl. 19, Abb. 3, 4 und 6 bis 8 auf Tex[tbl. 20] (hinter S. 1564).

Verarbeitung von Preßmassen für die Elektroinstallation

Fein vermahlener Speckstein wird für die Industrie, iglich für die Elektrotechnik, im großen Umfange · Verwendung keramischer Zusätze verarbeitet. Die itsform ist in ihren Grundzügen hier aus der Preß-ellanherstellung übernommen, das vermahlene Gut in Stahlmatrizen verpreßt; doch ist der Ausfall der und ihre allgemeine Wertigkeit weit überlegen.

Ein grundsätzlicher Unterschied gegenüber Porzellan vor allem darin, daß die Specksteinmasse zumeist auf Teile besonders gearteter Formen ohne jeden Öl- oder Petroleumzusatz auf Grund der eigenen izität vollkommen trocken verpreßt werden kann. r Umstand gestattet die Anwendung sehr wirtschaft-r Arbeitsverfahren, bedeutende Steigerung der stünd-n Maschinenleistungen, saubere Pressung und damit ngerung des lästigen Verputzens, große Dichte, ver-e Lieferzeit, da infolge Fehlens der Zusatzflüssig-die Ware vom Preßtisch, sofern es sich nicht um sehr Teile handelt, fast ohne Trockenzeit dem Ofen zu-rt werden kann; weiter ergibt sich bei der Trocken-ung wesentlich geringere Schwindung und damit größere Genauigkeit des fertigen Stückes. Hervor-en ist außerdem, daß der Steatit-Scherben sich kaum Brennen verzieht; die Teile kommen gerade und aus der Kapsel, zusammenzubauende Teile, wie erhälften und dergl. liegen fest und schließend auf-der an; Schalterplatten, Sicherungssockel liegen e auf ihrer Unterlage auf. Ein Ausschuß durch gen beim Einbau ist bei der hohen Festigkeit nicht fürchten; durch Gewinde miteinander zu verbindende kann man sicher zusammenschrauben.

Neben den rein elektrotechnischen Teilen werden viele Gegenstände andrer Industrien, die hohe keit, große Härte oder hohe Hitzebeständigkeit, oft nden mit großer Durchschlagfestigkeit verlangen, Preßsteatit gefertigt, so Zündkerzen für Gaskraft-inen, Fadenführer und Garnspulen für die Textil-trie, Matrizen für die Bleistifterzeugung, Formen Kohlepuppen zu Trockenbatterien usw.

Abb. 3 zeigt einige häufig vorkommende Preßteile, Schalt- und Sicherungssockel, mit den verschieden-Aussparungen als Rund- und Langlöcher, Vertie-n, Rippen, Nuten und dergl., Klemmleisten, Schalt-für Drehschalter, Sicherungseinsätze mehrerer und Größen, Fassungsringe und -einsätze. In Abb. 4 besonders große Preßstücke dargestellt, für die sich der geforderten Härte und Ebenheit wegen, die für Mahlzwecke unbedingt erforderlich ist, be-rs gut eignet. In Abb. 5 sind verschiedene Teile für rzwecke wie Zündkerzen, Düsen, Mahlsteine, n, Fadenführer usw. gezeigt; sie lassen die viel-tige Form und Anwendung von Steatitmassen er-n.

Der Scherben von Preßsteatit zeigt unglasiert außen gelbliche Färbung, während der Bruch rein weiß bis ist. Der Scherben ist auch unglasiert völlig dicht unhygroskopisch, er läßt sich nach Wunsch ganz teilweise mit Glasur überziehen; die meist ge-hlichen Arten sind farblos, schwarz oder weiß. Be-h der für den Brand notwendig unglasiert bleiben-tellen gilt das gleiche wie bei Porzellan, die in der l aufruhenden Flächen müssen zur Verhinderung estbrennens glasurfrei bleiben. Die Teile werden sächlich, sogar auch bei großen Stücken gepreßter ihrung, nur in einem Gang gebrannt; das Ver-n fällt fort, da die Rohmasse kein Wasser ent-Kleine Massenteile werden zur besseren Ausnutzung rennraumes im Ofen vielfach gemuffelt. Die Eigen-s Steatits gestattet auch bei diesem Arbeitsgang eine weitgehende Mechanisierung und Ausscheidung von arbeit und Arbeitzeit, die sich in Gleichmäßigkeit Güte des Erzeugnisses wie in verkürzter Lieferzeit rkt.

Die Festigkeitseigenschaften sind zugleich mit den n für die Hochspannungsmasse in Zahlentafel 1 mengestellt.

Sondermassen für Wärmegeräte

In ähnlicher Weise werden die Sondermassen Magnesolith und Thermolith für außergewöhnlich hohe Anforderungen hergestellt, z. B. für Elektrowärmegeräte, Gas-Heizkörper, chemische und Laboratoriumgeräte.

Abb. 6 zeigt Teile für hochhitzebeständige Widerstandskörper, für Wärmestrahler und ähnliche Geräte sowie Flachkörper für Heizwiderstände, in die die Heizdrähte einglasiert werden können, Abb. 7 Einsätze für Gasöfen von z. T. außerordentlich schwieriger Gestaltung. Die Stücke lassen einerseits erkennen, welchen hohen Ansprüchen an Konstruktionsgedanken man mit dem Baustoff bei gleichzeitig höchster Temperaturbeanspruchung nachkommen kann, anderseits aber auch, über welche hohe Erfahrung im Matrizenbau und in der Pressereitechnik das Werk verfügt, um solche Ansprüche erfüllen zu können. Anschließend an die Teile für Gasheizung seien hier die Erzeugnisse für Glühlichtbrenner wie Gabeln für stehende Strümpfe und Ringe für Hängestrümpfe erwähnt. Abb. 8 gibt einige Kleinteile für die chemische Industrie wieder; es ließen sich hier noch Teile wie Ölfeuerungsdüsen, Geräte für Flammenbogenuntersuchung nach Prof. Wedekind, säure- und hitzebeständige Teile für die chemische und metallurgische Industrie, Pyrometerrohre u. a. anschließen.

Widerstände für drahtlose Nachrichtenübermittlung

Für die drahtlose Nachrichtenübermittlung wendet man sehr hohe Widerstände bestimmter, diesem Zwecke angepaßter Konstruktion und Verarbeitung an, die ebenfalls auf keramischen Massen aufgebaut sind.

Hochspannungsisolatoren aus Steatit und Melalith

Neben dem Steatit, das sich infolge seiner außerordentlich hohen mechanischen Festigkeit besonders für solche Isolatoren eignet, die auf reinen Zug beansprucht werden, wie z. B. die Motorisolatoren, Stabisolatoren für Bahnzwecke und ähnliche Konstruktionen, wurde unter dem Namen Melalith eine Masse durchgebildet, die sich in der Hauptsache aus den Porzellanrohstoffen unter Beigabe von Speckstein als Flußmittel zusammensetzt. Damit wurde eine Verbesserung der Masse und ihrer Festigkeitswerte erreicht. Der Baustoff hat einen hervorragenden Stand im Arbeitsgang (d. h. während des Formens und Brennens); er läßt sich gut garnieren (Zusammensetzen von Einzelteilen, die, fertig gebrannt, ein Stück ergeben), er ist vorzüglich geeignet zur Fertigung von Teilen großer Abmessungen, die sonst keramisch schwer herstellbar sind.

Aus Melalith werden alle Isolatorenformen gefertigt, ferner Ketten-Freileitungsisolatoren, Hochspannungsdurchführungen bis zu den größten Abmessungen, Stützer, Deltaglocken, Weitschirmisolatoren und die durchschlagsicheren Konstruktionen.

Die Bruchwerte, die jetzt an Steatit- und Melalith-Isolatoren der verschiedenen Formen erreicht werden, hätte man noch vor nicht langer Zeit für unmöglich erachtet. Die vom V. D. E. vorgeschriebenen Prüfungen und Werte werden sämtlich erfüllt, teils noch übertroffen.

Als Beispiele seien hier nur zwei ausgewählt, und zwar in Abb. 9 eine in einem Stück hergestellte Hochspannungsdurchführung für 200 000 V und in Abb. 10 ein Steatit-Hängeisolator der Motorkonstruktion, der während der mechanischen Zugbelastung Beschußproben ausgesetzt war, ohne daß er irgendwie zersprang. Vielfach sind nämlich auf den nicht dauernd überwachten Hochspannungs-Fernstrecken Störungen der Übertragung durch Zerschießen der Isolatoren versucht worden.

Steatit und Melalith verarbeitet man unter sorgfältiger Beobachtung der Massenzusammensetzung in gleicher Weise wie Porzellan nach dem Naßverfahren aus Hubel oder Strang, ebenso schließen sich Trocknung, Glasierung und Brand an, so daß der Konstrukteur bei seinen Entwürfen von den gleichen Gesichtspunkten ausgehen kann.

Die bisher ermittelten Werte für Speckstein- und Steatitmassen sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Weitere Einzelheiten und Wiedergabe von Versuchsreihen über die verschiedenen Massen, insbesondere über Steatit

Abb. 9
200 000 V-Hochspannungs-durchführung aus Melalith in einem Stück

und Melalith und Isolatorenformen und die vielgestaltigen Erfahrungen im Zusammenbau ließen sich im Rahmen der Arbeit nicht unterbringen; sie müssen Sonderaufsätzen vorbehalten bleiben, hier war lediglich die Aufgabe gestellt, in das Gebiet der Steatitmassen allgemein einzuführen, um so anläßlich der Werkstoffschau schon einen Überblick über die Anwendungen dieses Stoffes zu geben.

Abb. 10
Motor-Isolator aus Steatit, unter Zuglast beschossen

Zahlentafel 1

Eigenschaften von Steatitmassen

I. Herkommen: Naturerzeugnis, durch Verarb verformt, durch Zusätze für Sonderzwecke an und veredelt.

II. Zusammensetzung: Magnesium-Silika Naturspeckstein mit Flußmitteln.

III. Fertigung:
  - a) Naturstein: trocken schneiden, drehen, b fräsen, Gewinde schneiden, garbrennen 1400 °C;
  - b) Pulvermassen: trocken vermahlen, presser sieren, (ohne Verglühbrand) garbrenne 1400 °C;
  - c) Pulvermassen: vermahlen, naß aufbereite Zusätzen naß drehen, pressen oder gießen, nen (ohne Verglühbrand), garbrenner 1400 °C.

IV. Lieferungsform: Als Fertigkörper für schiedene Industriegebiete. Nachbearbeitung durch Schleifen und Bohren.

V. Anwendung: Für alle Zwecke der Elektrote Schwachstrom, Starkstrom, Hochspannung, frequenz, für die Gasindustrie, chemische Ind Mahlwerke, Textilmaschinen, Bleistiftindustrie

VI. Farbe: Scherben außen leicht gelblich bis bräunlich, Bruch rein weiß bis grau, mus körnig.

VII. Glasur: Naturstein nur unglasiert, Farbe gelb-rötlich. Preß-, Gieß- und Drehteile ung und beliebig glasiert lieferbar, Hauptfarben sc weiß, braun. Scherben auch unglasiert dicht.

VIII. Mechanische und physikalische E schaften:
  1. Zugfestigkeit je nach Versatz 550 bis 750 l
  2. Druckfestigkeit 8000 bis 9200 kg/cm².
  3. Biegefestigkeit 950 bis 1200 kg/cm².
  4. Schlagbiegefestigkeit 2,3 bis 2,8 cmkg/cm².
  5. Kugeldruckhärte 1300 bis 1800 kg/cm².
  6. Härte nach Mohs { Naturstein (gebrannt) / Steatit 7 bis 8
  7. Verdrehungsfestigkeit 500 kg/cm².
  8. Wärmebeständigkeit bis Schmelzpunkt 140(
  9. Temperaturwechselbeständigkeit: V. D. E. schrift von + 10 ° bis + 95 °C übertreffen
  10. Frostbeständigkeit vollkommen, da nicht skopisch.
  11. Wasseraufnahme 0.
  12. Feuersicherheit beständig.
  13. Säurefestigkeit, außer gegen Flußsäure best
  14. Wetterfestigkeit (glasiert u. unglasiert) best
  15. Ausdehnungszahl 4,1 bis $8{,}3 \cdot 10^{-6}$.
  16. Spezifisches Gewicht je nach Versatz 2,7 b
  17. Raumgewicht je nach Versatz 2,6 bis 2,7.
  18. Wärmeleitfähigkeit 2,3 bis 2,4 kcal/m h °C.

IX. Elektrische Eigenschaften:
  1. Durchschlag-festigkeit kV/cm { geringe Wanddicken bis / größere Wanddicken 80 b
  2. Oberflächenwiderstand: zahlenmäßig nicht geben, da von Luftfeuchtigkeit abhängig.
  3. Durchgangswiderstand 10^{14} bis 10^{15} Ω/cm.
  4. Dielelektrizitätskonstante etwa 4,1 bis 5.
  5. Dämpfverluste bezogen auf Luft tg δ = 0,0 0,01 bei 800 Per./s.

[B

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 5. NOVEMBER 1927 Nr. 45

Rolle des Sauerstoffes für die Metallurgie und die Qualität des Stahls

Von P. Oberhoffer †

Nach Notizen des Verstorbenen bearbeitet von W. Hessenbruch und H. Esser, Aachen

Die Entwicklung der Sauerstofffrage — Die analytische Bestimmung des Sauerstoffes — Der Einfluß des Sauerstoffes auf die Eigenschaften des Stahls — Die Bindung des Sauerstoffes im Stahl sowie die Beeinflussung der Sauerstoffbindung durch Desoxydationsmittel — Die Untersuchungsverfahren zur Erforschung der Desoxydationsvorgänge.

„Wer das Gesetz der Phänomene kennt, gewinnt damit nicht nur Kenntnisse, er gewinnt auch die Macht, bei geeigneter Gelegenheit in den Lauf der Natur einzugreifen und sie nach seinem Willen und zu seinem Nutzen arbeiten zu lassen."

Helmholtz, Goetherede 1892.

Während die Wissenschaft schon frühzeitig die Fragen nach dem Aufbau des Stahls und nach den metallurgischen Vorgängen bei den verschie- Stahlerzeugungsverfahren aufgriff und bearbeitete, Praxis diesen Fragen erst in neuerer Zeit unter Druck der parallel laufenden Qualitätsfrage ein- ere Beachtung geschenkt. Es war und ist auch noch für manchen Praktiker nicht leicht, die Vor- erkennen, die sich aus einer möglichst eingehen- issenschaftlichen Bearbeitung der genannten Fra- ir die Entwicklung der gesamten Eisenindustrie n haben und weiterhin ergeben werden.

n erkennt bei genauerem Studium der Geschichte der rgie in ihrem Zusammenhang mit der Entwick- r reinen Naturwissenschaften deutlich wie die Ent- ng der Anschauungen vom Wesen des Stahls an die tnisse und Arbeiten einzelner überragender Me- en geknüpft ist.

einem früheren Vortrag von Oberhoffer[1]) wurde , wie sich an die Namen Réaumur, Sven Rin- Karsten und Ledebur eine Entwicklung die uns die Entstehung unserer heutigen Vorstel- veranschaulicht. Der Wert solcher Betrachtungen icht nur in der Möglichkeit, dem Verbraucher ein n der Länge, sondern auch von der Schwierigkeit rückgelegten Weges zu geben und damit sein Ver- is für die Lage der Erzeuger zu wecken und wach- n.

ist bewunderungswürdig, wie die Forscher des 19. Jahrhunderts trotz ihrer verhältnismäßig ein- Hilfsmittel bereits zutreffende Erkenntnisse ge- konnten. Bereits Karsten widmet sein Haupt- werk den Hauptbegleitern des Eisens: Kohlenstoff, m, Mangan, Phosphor und Schwefel. Die analyti- Schwierigkeiten waren jedoch damals noch so groß, e ihn zu der Bemerkung veranlaßten: „Wer mit Analysen bekannt ist, wird die Hoffnung, sie als kontrollierende Probe auf den Eisenhütten ein- t zu sehen, gerne aufgeben".

nen besonders starken Sprung macht die Entwick- den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts. Die taltung der naturwissenschaftlichen Anschauungen e Versuche zur rechnerischen Erfassung der Natur- ge, eng verbunden mit Namen wie Robert Mayer, holtz, Guldberg, Waage, Berthelot, s, van't Hoff usw. machen sich in Ledeburs 3. Auflage des Handbuchs der Eisenhüttenkunde bemerkbar. Was Karsten nicht zu hoffen gewagt hatte, ist inzwischen verwirklicht worden. Die Analyse der verschiedenen Stahl- und Roheisensorten ist die Grundlage der Beurteilung ihrer Güte geworden. Damit erfahren die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften und der Zusammensetzung des Stahls eine wesentliche Klärung.

In diese Entwicklungszeit fällt die Beobachtung, daß der bei wesentlich höheren Temperaturen und zum erstenmal im flüssigen Zustand gefrischte Stahl leicht unbrauchbar wird, wenn nicht durch geeignete Zusätze der hereingebrachte Überschuß an Sauerstoff unschädlich gemacht wird. Diese neue Erscheinung äußerte sich beim Walzen des ersten Bessemerstahls dadurch, daß der Block unter der Walze zerfiel. Sie war bei dem bis dahin in niedriger Temperatur erzeugten Schweißeisen nicht aufgetreten, weil der Sauerstoffträger, das FeO, nach unserer heutigen Kenntnis im festen Zustand weit weniger löslich ist als im flüssigen. Erst durch die Erfindung der Desoxydation mit Mangan durch Mushet erhielt die Flußeisenerzeugung Bedeutung.

Damals erkannte man im Sauerstoff die Ursache dieses Übels; es erhoben sich gleichzeitig die Fragen nach seiner analytischen Bestimmung, seiner Einwirkung auf die Eigenschaften und nach den Mitteln zur Bekämpfung dieses Einflusses.

Gerade Ledebur widmet der Frage der Bestimmung des Sauerstoffes, seiner im Eisen vorliegenden Form und seines Einflusses auf die Eigenschaften einen großen Teil seiner Forschungstätigkeit und entwickelt das Wasserstoff-Reduktionsverfahren, dessen Prinzip die Reduktion der Oxyde zu Metall und Wasser ist. Die Menge des gebildeten Wassers wird bestimmt. Es zeigte sich, daß die maßanalytische Bestimmung des Sauerstoffes mit viel größeren Schwierigkeiten verbunden war als die der übrigen Elemente. Während die Bestimmung dieser Elemente durch eine Analyse wässeriger Lösungen möglich war, ergab sich hier die Notwendigkeit, hohe Temperaturen und starke Reduktionsmittel anzuwenden sowie den Luftsauerstoff auszuschließen. Es lag daher in der Natur der Sache, daß die ersten Ergebnisse dieser Arbeiten nicht sehr befriedigten.

Die Praxis half sich mit der seit jenen Tagen kaum veränderten Rotbruchprobe über diese Schwierigkeiten hinweg und erhielt so einen Anhalt über die Anwesenheit von Sauerstoff im Stahl. Die Beurteilung der übrigen Schmiedeproben gestattete außerdem weitgehende Rückschlüsse auf Temperatur und Zusammensetzung des Schmelzgutes. Die Rotbruchprobe gibt jedoch lediglich einen qualitativen Anhalt über das Vorhandensein von Sauerstoff. Anderseits üben auch geringere, nicht zum Rotbruch führende Sauerstoffgehalte einen schädlichen Einfluß auf einzelne Eigenschaften aus. Es sei nur erwähnt, daß Stähle trotz gleicher Zusammensetzung und Vorbehandlung vollkommen verschiedenes Verhalten bei der Wärmebehandlung (Härten, Anlassen, Vergüten)

[1]) Vorgetragen auf dem Eisenhüttentag, Leoben 1927, vergl. „Stahl u. Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1512.

Abb. 1
Geräteanordnung zur Bestimmung des Sauerstoffes nach dem Wasserstoff-Reduktionsverfahren

zeigen können. All diese Fälle bestärkten Oberhoffer in der gefühlsmäßig seit Ledeburs Zeiten in der metallurgischen Fachwelt vorhandenen Auffassung, daß hier die Gegenwart von Oxyden, Sauerstoff, wie man sich kurzweg ausdrückte, eine Rolle spielen. Die Frage nach einem einwandfreien Verfahren zur Sauerstoffbestimmung wurde seither immer dringender.

Die Grundlage der langjährigen Untersuchungen Oberhoffers zur Klärung der Sauerstofffrage im metallurgischen, physikalischen und physikalisch-chemischen Sinne war daher an erster Stelle die Auffindung eines geeigneten Verfahrens zur Bestimmung des Sauerstoffes.

Den Ausgang dieser Arbeiten bildeten Untersuchungen über die Brauchbarkeit und Entwicklungsmöglichkeit des von Ledebur begründeten Wasserstoffverfahrens, bei dem die Eisenprobe in Form von Frässpänen im Wasserstoffstrom von ihren Oxyden befreit und das gebildete Wasser in P_2O_5 aufgefangen und gewogen wird. Obschon der Wasserstoff im festen Eisen bei Temperaturen von 800 bis 900° schon merklich diffundiert, erschien eine quantitative Reduktion des Eisens und der Oxyde im festen Zustand aussichtslos. Durch Zusatz von Zinn-Antimon und später Antimon allein gelang es, den Schmelzpunkt des Stahles soweit zu erniedrigen, daß die Reduktion der Sauerstoffverbindungen bei 1100 bis 1200 °C vorgenommen werden konnte. Über die Entwicklung dieses Verfahrens ist mehrfach berichtet worden[2]). Abb. 1 zeigt die zu diesen Untersuchungen verwendete Geräteanordnung.

Das an und für sich elegante Verfahren ist jedoch mit zwei wesentlichen Fehlerquellen behaftet. Die verglichen mit den Temperaturen der metallurgischen Verfahren niedrige Reduktionstemperatur von 1100° erlaubt nur die Reduktion der Oxyde des Eisens, Mangans (und teilweise Siliziums). Für legierte Stähle, bei denen ein Teil des Sauerstoffs an die stabile Oxyde bildenden Metalle wie Cr, Al usw. gebunden ist, reicht die Reduktionskraft von H_2 bei 1100° nicht aus.

Deshalb wurden Reduktionsversuche mit H_2 bei höheren Temperaturen ausgeführt. Hierbei tritt ebenso wie bei dem Heißextraktionsverfahren mit steigender Temperatur eine steigende Reduktion des Tiegelbaustoffes ein, die den Leerwert beträchtlich erhöht.

Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, daß der vorhandene Kohlenstoff sich an der Reduktion der Oxyde beteiligt. Die dadurch hervorgerufene Bildung von CO wird durch steigende Temperatur und steigenden Kohlenstoffgehalt begünstigt. Es ist daher bisher nicht möglich, Stähle mit mehr als 0,20 vH C nach dem H_2-Verfahren zu untersuchen. Schon 1922 ... Oberhoffer gemeinsam mit Pfei... Schießl[3]) den Versuch, das ... Reduktion sich bildende CO ... stimmen. Das hierzu verwendet... fahren ergab jedoch derartige S... rigkeiten mit den Geräten, daß ... Weg für eine praktische Durchf... von Betriebsanalysen als aussi... erschien und verlassen wurde. ... dings wird die Frage, die geb... Sauerstoffverbindungen des ... stoffes zu erfassen, im Eisenhütt... nischen Institut, Aachen, von P... sen nach einem neuartigen, erf... sprechenden Verfahren wieder... arbeitet.

Aussichtsreicher als die Red... mit Wasserstoff erschien die Red... der Metall-Sauerstoff-Verbindung... Kohlenstoff, der bei Temper... oberhalb 1100 bis 1200° ein... sentlich stärkere Reduktionskra... als der Wasserstoff. Da zur ... tion der meisten Oxyde die A... dung höherer Temperaturen notwendig ist, lag ... nutzung des Kohlenstoffs als Reduktionsmittel nah...

Das im Prinzip zuerst von Tucker 1881 ... wandte Verfahren wurde von Goerens, Walk... Patrick[4]) ausgebaut. Eine wesentliche Vereinfa... der zur Durchführung der Reduktionen erforderlich... räte bedeutet die von Oberhoffer mit Beutell gesch... selbsttätige Quecksilber-Tropfpumpe. Im Laufe der ... drei Jahre entwickelte sich diese Geräteanordnung... einem bereits für Betriebsmessungen geeigneten ... werkzeug.

Die Voraussetzung für die Brauchbarkeit de... fahrens bildet die mehrfach festgestellte Erscheinung... CO und CO_2 im festen Eisen unlöslich sind und dal... bei der Extraktion gefundenen Gase aus der Red... der Oxyde stammen. Es ergab sich jedoch eine ... störende CO-Quelle in den Oxyden des Schiffchen-... stoffes (MgO, Al_2O_3, SiO_2 usw.) die bei Temper... oberhalb 1200° in Anwesenheit von Eisen im V... bereits namhaft reduziert werden. Es wurden desha... fangreiche Versuche, zum Teil unter Leitung von ... dozent Dr. H. Salmang in der Silikatchemische... teilung des Eisenhüttenmännischen Instituts, A... unternommen, die Fehlerquellen durch Herstellung... hochschmelzenden, porenfreien und chemisch wen... tiven feuerfesten Gefäßes zu beheben.

Da vermutet wurde, daß die Bildung von Kohle... auf die Anwesenheit von SiO_2 als Bindemittel zur... führen sei, wurde möglichst reine Magnesia zu... stellung der Schiffchen benutzt. Nach sorgfältige... suchen zeigte sich jedoch, daß oxydhaltige Tieg... stoffe oberhalb 1200° für diese Zwecke unbrauchba... Nun wurde Grafit als Tiegelwerkstoff verwendet... dadurch sich ergebenden Schwierigkeiten der Gasa... tion usw. konnten behoben werden.

In längerer Gemeinschaftsarbeit mit der Staa... Porzellanmanufaktur, Berlin, gelang es außerdem, ... 1500 °C gegenüber der umgebenden Atmosphäre gas... Porzellan zu finden, das zudem noch ziemlich wider... fähig gegen Temperaturwechsel ist. Dieses Po... wird seit langem im Institut für Eisenhüttenkun... Herstellung der Vakuumrohre benutzt. Die Rohre ... gegenüber gleichen Rohren aus Quarz die Vortei... größeren Dichte, des höheren Erweichungspunkte... der größeren Lebensdauer, da sie nicht wie Quar... glasen.

[2]) Oberhoffer und v. Keil, „Stahl und Eisen“ Bd. 40 (1920) S. 812, Bd. 41 (1921) S. 1449; Oberhoffer und Piwowarsky, Pfeiffer-Schießl, Stein, „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 113; Keutmann und Oberhoffer, „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 1557; Oberhoffer, „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1045.

[3]) Diss. Pfeiffer-Schießl, Aachen 1922, s. a. „Stahl un... Bd. 44 (1924) S. 113.

[4]) Genaue geschichtliche Entwicklung s. Diss. Hessen... Aachen 1927.

[5]) „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1046.

[6]) Piwowarsky, Dr.-Ing.-Diss. Breslau 1919; Maurer... Ges. zur Förderung der Wissensch., Berlin 1921, S. 146; Ober... und Piwowarsky, „Stahl und Eisen“ Bd. 42 (1922) S. 801; ... hoffer, Schreiber und Boppl, „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (19...

ie im Laufe der letzten Jahre entlte Geräteanordnung für die Heißtion zeigt Abb. 2. Die im Porrohr aus der Probe (Frässpäne) entgastem schwedischen Roheisen ohlenstoffträger gebildeten Gase n von der Tropfpumpe abgesaugt esammelt. Das Sammelgefäß kann ufender Pumpe in beliebigen Zwiäumen entleert werden, wobei das den Analysator übergeführt wird. werden CO_2, CO und H_2 bestimmt. Gasrest besteht erfahrungsgemäß ollkommen aus N_2.

it dieser Geräteanordnung ist man de, bei Vorrat von entgasten Roheguli als Zusatz eine O_2-Bestim- in 1 bis 1½ h durchzuführen[7]). on die Temperatur von 1200 ° als bezeichnet werden muß, und die h bedingte Probenahme in Spanrundsätzlich falsch ist, lassen sich esem Verfahren bereits verhältnis- gut vergleichbare Ergebnisse er-. Über eine große Reihe von Unhungen an einfachen C- und legierählen wird weiter unten berichtet .

Abb. 2
Geräteanordnung zur Bestimmung des Sauerstoffes nach dem Heißextraktionsverfahren

Amerika ist man ähnliche Wege gegangen. Im Buf Standards wurde 1925 ein Verfahren zur Bestim- von Sauerstoff ausgebildet[8]), bei dem in einem requenzofen die Entgasung eines 50 g schweren Meinders in einem Grafittiegel vorgenommen wird. ersuchstemperatur kann bis 1600 ° gesteigert werträgt jedoch normalerweise 1400 bis 1450 °. Die ierten Gase bestimmt man auf gewichtsanalytischem Im ersten Absorptionsrohr wird H_2O durch P_2O_5, eiten CO_2 durch mit KOH getränkten Asbest ge-. H_2 und CO werden dann über Kupferoxyd ver- und H_2O und CO_2 wie vorher bestimmt. Für jede mung müssen also vier Wiegeröhrchen ausgewogen n. Jede Bestimmung dauert einen Tag. Die mit merikanischen Verfahren erhaltenen Werte sind ge- als die nach unserem Heißextraktionsverfahren geen. Der wesentliche Vorteil dieser Geräteanordist die Benutzung des Hochfrequenzofens. Leider Oberhoffer infolge der Rheinlandbesetzung erst seit n ermöglicht worden, den Hochfrequenzofen in den Dienst der Sauerstoffbestimmung zu stellen. Die Anlage wurde durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft zur Verfügung gestellt. Es soll in Kürze ausführlich über Versuche mit dieser von uns entworfenen neuartigen Geräteanordnung für die Heißextraktion berichtet werden[9]).

Das Wasserstoff- und Heißextraktionsverfahren geben günstigenfalls nur die gesamte Menge der vorhandenen Oxyde an. Für die Beurteilung der Vorgänge bei der Desoxydation usw. ist aber neben der quantitativen Erfassung auch die Bindungsform des Sauerstoffes von besonderem Wert. Die an die hier in Frage kommenden Verfahren geknüpften Erwartungen[10]) haben sich im Laufe der Zeit nur teilweise erfüllt. Es ist heute mit Hilfe des Bromverfahrens möglich, nur SiO_2 und Al_2O_3 zuverlässig auch in harten Stählen und Roheisensorten zu bestimmen[11])[12]). Die Bestimmung des MnO ist mit Brom nicht, wahrscheinlich jedoch mit Jod in alkoholischer Lösung unter Ausschluß von Wasser möglich[13]). Bei dem Aufschluß im Chlorstrom, der ebenfalls die Bestimmung der Kieselsäure und der Tonerde gestattet, stößt man bei der Ermittlung der übrigen Oxyde auf erhebliche Schwierigkeiten.

Im Zusammenhang mit den Verfahren der Sauerstoffbestimmung verdient die Ehnsche Zementationsprobe Erwähnung. Nach Versuchen von Ehn[14]) verhält sich ein oxydreicher Stahl bei der Zementation ganz anders als ein oxydarmer. Die Tiefe und das Gefüge der zementierten übereutektoiden Schicht zeigen bei sauerstoffreichen Stählen ein unklares, wirres Zementitnetzwerk, während dies bei sauerstoffarmen Stählen klar und gleichmäßig groß ist. Abb. 3, *a* und *b*, zeigt das Gefüge zweier nahezu gleich zusammengesetzter Stähle mit verschieden hohem Sauerstoffgehalt nach der Zementation und Ätzung mit Natriumpikrat. Man erkennt deutlich das unklare Zementitnetzwerk des stark sauerstoffhaltigen Stahls.

Dieser von mehreren Seiten bestätigte[15]), allerdings in neuerer Zeit auch bekämpfte Versuch hat sich als Mittel zur qualitativen Sauerstoffbestimmung in der amerikanischen Kraftwagenindustrie zu einem ständigen Hilfsmittel für die Beurteilung der Güte entwickelt. Dabei ist die Feststellung bemerkenswert, daß schon Réaumur vor nahezu 200 Jahren in seiner berühmten Schrift über

Abb. 3
Ehnsche Zementationsprobe

a Oa-Stahl 5

0,82 vH	P	0,01	vH
0,58 „	S	0,018	„
0,79 „	O_2	0,056	„

b Or-Stahl 8

C	0,76 vH	P	0,01	vH
Si	0,40 „	S	0,022	„
Mn	0,75 „	O_2	0,112	„

[7]) Diss. Hessenbruch; Eilender und Oertel, „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1558.
[8]) Jordan, Eckman, Scient. Papers, Bur. of Stand. 514 (1925); „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1428.

[9]) Diss. Hessenbruch, „Stahl und Eisen" demn.
[10]) Scherer und Oberhoffer, „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 1555.
[11]) Diss. Ammann, Aachen 1927.
[12]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1536.
[13]) s. Willems, „Stahl und Eisen" demn.
[14]) Ehn, „Iron and Steel Inst." (1922) I S. 157.
[15]) Gat, „Blast Furn. Steel" Bd. 15 (1927) S. 271.

eutektoide Zone
übereutektoide Zone

Stahl		C a	C b	C a	C b	Si a	Si b	Si a	Si b	Mn a	Mn b	Mn-Si a	Mn-Si b	Al a	Al b	Al a	Al b
Analyse	C	0,62	0,76	0,45	0,30	0,65	0,50	0,65	0,51	0,55	0,41	0,82	0,76	0,46	0,36	0,57	0,44
	Zusatzelemente					0,46	0,40	0,46	0,44	0,82	0,52	0,79	0,75	0,16	0,16	0,97	0,89
						Si		Si		Mn		Mn		Al		Al	
												0,58	0,40				
												Si					
	O_2	0,025	0,042	0,029	0,154	0,064	0,164	0,064	0,124	0,047	0,035	0,056	0,112	0,012	0,049	0,014	0,017

Stahl		Ni a	Ni b	Ni a	Ni b	Ni a	Ni b	Cr a	Cr b	Cr-Ni a	Cr-Ni b	Cr-W a	Cr-W b	W a	W b	Mo a	Mo b
Analyse	C	0,51	0,63	0,15	0,18	0,45	0,36	0,51	0,27	0,44	0,31	0,53	0,67	0,47	0,53	0,34	0,25
	Zusatzelemente	2,70	3,00	3,37	3,12	2,96	2,70	1,63	2,08	2,88	3,17	1,45	1,53	2,61	3,00	1,2	1,22
		Ni		Ni		Ni		Cr		Ni		Cr		W		Mo	
										1,11	1,34	2,22	2,78				
										Cr		W					
	O_2	0,037	0,031					0,035	0,048								

RZ897Z4

Abb. 4

Einfluß von O_2 auf die Zementationstiefe bei verschiedenen legierten Stählen

a sauerstoffarm *b* sauerstoffreich

die Zementation des Stahls auf das bezüglich der Zementationsdauer und des Bruchgefüges unterschiedliche Verhalten der nur durch die Herkunft unterschiedenen Rohstoffe aufmerksam machte, und daß diese Erscheinung so lange in der metallurgischen Literatur erwähnt wird, bis der Zementstahl seine Bedeutung verloren hat. Die Zementationsprobe ist auch auf harten, beliebig legierten Stahl anwendbar, wie in einer Arbeit von Oberhoffer, H. J. Schiffler und W. Hessenbruch[16]) gezeigt werden konnte. Aus Abb. 4, die der Arbeit entstammt, geht eindeutig hervor, daß die Zementationstiefe unabhängig von der Stahlsorte bei den sauerstoffreichen Stähl gemein geringer ist als bei den sauerstof Stählen.

Leider kann die Ehnsche Zementationsprüfung ihrer vierstündigen Zementationszeit ausschl. Erh Abkühlung, Schleifen, Polieren usw. nicht als S methode gelten. Das Ziel aller Sauerstoffmethode jedoch sein, in kürzester Zeit die Nachprüfung des stoffgehaltes zu ermöglichen. Es ist durchaus d und nach unseren bisherigen Erfahrungen nicht u scheinlich, daß sich die für die Sauerstoffbestimmu wendige Zeit noch wesentlich herabdrücken läß dies bisher von Oberhoffer verfolgte Ziel einmal e

[16]) Oberhoffer, Schiffler und Hessenbruch, „Arch. Eisenhüttenw." Bd. 1 (1927) S. 57.

Phosphor — Schwefel — Sauerstoff

——— Festigkeit in kg/mm²
– – – – Dehnung in vH
- - - - - - Streckgrenze in kg/mm²
—·—·— Brinellhärte
——— Elastizitätsgrenze in kg/mm²
—··—··— spez. Schlagarbeit in mkg/
—···—···— Kontraktion in vH

RZ 897 Z 5

Abb. 5

Einfluß des Sauerstoffes auf die Eigenschaften eines weichen Flußstahles

Abb. 6
Einfluß des Sauerstoffs auf das Bruchgefüge von Chrom-Kugel- und Kugellagerstahl

Abb. 7
Einfluß von C—O_2 auf die Wattverluste von Transformatorenblech

rd sich die Sauerstoffanalyse von größtem Nutzen
e Werkstoffuntersuchung erweisen.
ber den Einfluß des Sauerstoffs auf die Eigen-
en der Stähle liegen im Schrifttum wenig zusam-
ıngende Angaben vor. Wimmer[17]) gibt in seiner Ar-
ine Zusammenstellung der Ergebnisse seiner Unter-
ngen über den Einfluß des Sauerstoffs auf die
schaften eines weichen Flußstahles. Abb. 5 ist dieser
: entnommen und zeigt, daß durch Sauerstoff im Ge-
z zum Phosphor Festigkeit, Streckgrenze, Kontrak-
nd Härte erniedrigt werden. Einen besonders nach-
n Einfluß übt der Sauerstoff auf die Kerbzähigkeit
Auf die Dehnung ist ein höherer Sauerstoffgehalt
eringem Einfluß. Alle übrigen in der Literatur vor-
nen Angaben über den Einfluß des Sauerstoffs sind
verstreut und betreffen meist die Härteempfindlich-
tark oxydhaltiger Stähle[18]).
ıne bedeutende Bereicherung unserer Kenntnisse
lieser Richtung hin wurde durch die Anwendung des
berhoffer ausgebauten Heißextraktionsverfahrens im
ɔe von Dr. Eilender, Stahlwerk Becker, Willich,
ıt.
us den Ergebnissen von mehr als 600 Bestimmungen
er Einfluß des Sauerstoffs auf verschiedene Eigen-
ən von Sonderstählen deutlich hervor[19]).
ie Beurteilung des Kugellagerstahls nach der Zahl
hlacken im Bruchgefüge steht danach in Über-
nmung mit dem Ausfall der Sauerstoffanalyse. Mit
ndem Sauerstoffgehalt wird das Bruchgefüge des ge-
ən Stahls unsauberer, Abb. 6.
ɔsonders ausgeprägt ist der Einfluß des Sauerstoffs
ie Eigenschaften von Transformatorenblech. Mit
ndem Sauerstoffgehalt steigen die Wattverluste. Es
: gezeigt werden, daß die Differenz Kohlenstoff-
ı weniger Sauerstoffgehalt von ausschlaggebender Be-

„Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 73.
Thallner, „Stahl und Eisen" Bd. 27 (1907) S. 1677, Bd. 30 (1910)
Eilender, „Stahl und Eisen" Bd. 33 (1913) S. 585.
„Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1558.

Abb. 8
Einfluß des Sauerstoffes auf die Würschmidtsche Leistungszahl bei Wolframmagnetstahl

deutung ist, Abb. 7. Die kleinsten Wattverluste werden für vH C — vH O_2 = 0 erhalten. Bei steigenden Werten dieses Unterschiedes, d. h. bei steigendem O_2- und C-Gehalt, steigt die Verlustzahl. Daraus geht die große Bedeutung hervor, die die Glühbehandlung für die Güte des Transformatorenbleches hat, worauf früher bereits verschiedentlich hingewiesen wurde[20]).

Bei Wolframmagnetstahl konnte eine klare Abhängigkeit der Würschmidtschen Leistungszahl ($L = (\mathfrak{B} \times \mathfrak{H})$ max) vom Sauerstoffgehalt festgestellt werden, derart, daß mit steigendem Sauerstoffgehalt die Leistung der Magnete abnimmt, Abb. 8.

Von ganz besonderer Bedeutung ist das Ergebnis der Untersuchungen an Kesselblechen über den Einfluß des Sauerstoffes auf die Alterungsfähigkeit dieses Werkstoffes. Flußstahl mit geringem Sauerstoffgehalt gibt danach im normalen und künstlich gealterten Zustand geringe Unterschiede in der Kerbzähigkeit, während bei hohem Sauerstoffgehalt die Kerbzähigkeit im künstlich gealterten Werkstoff stark sinkt. Wegen Einzelheiten sei auf die Originalarbeit verwiesen.

Abgesehen von der noch unklaren Rolle des Sauerstoffs beim Mechanismus der Alterung dürften die übrigen Ergebnisse dieser Untersuchungen sehr wertvoll sein. Obwohl die absolute Höhe der angeführten Sauerstoffwerte unsicher ist, darf man aus den Versuchen folgern, daß das benutzte Verfahren zur Sauerstoffbestimmung relativ vergleichbare Werte liefert, die wertvolle Rückschlüsse auf das verschiedenartige Verhalten des Stahles gestatten. Bei der Frage des Alterns sind unsere Anschauungen noch nicht genügend gefestigt, so daß man eine eindeutige Erklärung für die Abhängigkeit der Alterungsfähigkeit vom Sauerstoffgehalt noch nicht geben kann.

Welche Bedeutung der Sauerstoffanalyse für die Beurteilung der Güte eines Werkstoffes zukommt, zeigt auch recht deutlich eine größere Untersuchung, die von Chefchemiker Weissen im Laboratorium von Belval, Luxemburg, ausgeführt wurde, und über die Oberhoffer dank des Entgegenkommens der Arbed auf dem Luxemburger Eisenhüttentag anläßlich des 50jährigen Jubiläums des Luxemburger Ingenieurvereins berichten konnte[21]). An drei verschieden schweren Blöcken (2550, 3400 und 4760 kg) wurde nachgewiesen, daß der Sauerstoff ebenso wie Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff der Blockseigerung unterworfen ist[22]).

In Abb. 9 sind die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen dargestellt. Die aus einer Beschickung stammenden verschieden schweren Blöcke wurden zu Knüppeln ausgewalzt und an den Stellen analytisch und makroskopisch untersucht, die den in Abb. 9 durch arabische Zahlen gekennzeichneten Querschnitten des Blockes ent-

[20]) Gumlich, „Stahl und Eisen" Bd. 39 (1919) S. 800; Wolff, Diss. Breslau 1919; Oertel und Eichenberg, Werkst. Aussch. Ber. 87 (1926).
[21]) „Revue Techn. Luxembourg" Bd. 19 (1927) S. 99.
[22]) Betr. Kristallseigerung s. Oberhoffer, Schiffler und Hessenbruch, Arch. Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 57.

Abb. 9

Abhängigkeit der Seigerungen in Flußstahlblöcken von den Blockabmessungen. Mittlere Chargenanalyse: 0,06 vH C, 0,06 vH P, 0,043 vH S

Abb. 10

Abhängigkeit der Seigerung vom Verhältnis Blockhöhe zu mittlerem Blockquerschnitt bei Flußstahl

sprechen. Die eingezeichneten Punkte sollen die P zahl und die Zonen, aus denen die Proben entno wurden, andeuten. Aus den Untersuchungen, Abb. 9 hervor, daß die Seigerungen mit steigendem Block schnitt zunehmen, und zwar seigern Phosphor Schwefel am stärksten, weniger stark der Kohle

Dies Ergebnis geht aus Abb. 10 hervor, wo di hängigkeit der Seigerung in vH vom Verhältnis höhe zum mittleren Blockquerschnitt dargestellt ist. der wurde der mittlere Sauerstoffgehalt der nicht bestimmt, so daß für den Sauerstoff die entspr den Werte der anteiligen Seigerung fehlen. Um über die Sauerstoffseigerung Aufschluß zu erhalt in Abb. 11 die Abhängigkeit der größten ant Abweichungen (Tiefst- und Höchstwert) im Saue gehalt innerhalb des Blockes vom mittleren Block schnitt neben den entsprechenden Werten für Pho Schwefel und Kohlenstoff wiedergegeben.

Wenn man schlechthin von Sauerstoff im Stahl so bedeutet das nicht, daß dieser in elementarer Fo Eisen vorhanden ist, sondern in chemischer Bindung Form dieser Bindung war von jeher eine viel erö Frage. Ledebur[23]) hat als erster in Anlehnung beim Kupfer bekannten Verhältnisse, das Eisenox FeO, als die Verbindung bezeichnet, in der der Saue im Stahl auftritt. Er stellte ferner fest, daß das fl Eisen etwa 0,9 vH FeO entsprechend 0,2 vH O_2 zu vermag. Goerens[24]) konnte später nachweisen, daß halb dieses Sauerstoffgehaltes eine Mischungslück liegt. Die Löslichkeit im flüssigen Eisen konnte Mikrobilder verschiedener Forscher belegt wer Abb. 12 zeigt Bilder von FeO-haltigem, reinem Eis eutektischer Anordnung der FeO-Einschlüsse.

Die erste planmäßige Untersuchung des Sy Fe—FeO stammt von Rosenhain, Tritton Hanson[26]). Diese Forscher stellten ein Diag Fe — O auf, das später von Schönert[27]) auf Grun einzelter im Schrifttum verstreuter Angaben e wurde. Nach den bisher vorliegenden Angaben und d fahrungen an ähnlichen Systemen dürfte das in A veranschaulichte Schaubild voraussichtlich den hie liegenden Verhältnissen entsprechen. Erwähnt se Konzentrationen der einzelnen Gleichgewichtslinie Grund der zu geringen Zahl von Versuchen noch als unbedingt zuverlässig angesehen werden k Jedenfalls steht fest, daß der Sauerstoff auc festen Eisen löslich ist und seine Löslichkeit steigender Temperatur steigt. Wir konnten kürzl einer Arbeit[28]) erneut den Beweis für die Krist gerung des Sauerstoffes und damit die Löslichke

[23]) „Stahl und Eisen" Bd. 3 (1883) S. 502.
[24]) Metallographie 2. Aufl. (1916) S. 273.
[25]) Oberhoffer und d'Huart, „Stahl und Eisen" Bd. S. 165.
[26]) „Iron and Steel" Bd. 110 (1924 II) S. 85; vergl. „Stahl und Bd. 45 (1925) S. 1124.
[27]) Z. f. anorg. Chemie Bd. 154 (1926) S. 220.
[28]) Oberhoffer, Schiffler und Hessenbruch, Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 57.

Abb. 11

Abhängigkeit der größten Seigerungsabweichungen vom mittleren Blockquerschnitt bei Flußstahl

berhoffer und d'Huart b Rosenhain und Tritton

Abb. 12
Eutektische Anordnung der FeO-Teilchen

Abb. 13
Zustandschaubild Eisen – Sauerstoff

a Cu—Cu_2O-Legierung 2 vH Cu_2O = 0,4 vH O_2

b Ni—NiO-Legierung 1,1 vH NiO = 0,24 vH O_2

Abb. 14
Zustandschaubilder der Systeme Cu—O_2, Ni—O_2

· Zustand erbringen. Gerade in seiner Form als
g von FeO in Fe übt der Sauerstoff seine nach-
Wirkung auf die Warmbildsamkeit der Stähle
.

ı einer neuen Arbeit[29a]) behandeln Benedicks
ıöfquist im Rahmen größerer, auf neuzeitlicher
alisch-chemischer Grundlage fußender Unter-
ngen ebenfalls das für die Metallurgie des Eisens
ge System Eisen-Sauerstoff. Prof. C. Benedicks hat
benswürdiger Weise die von ihm in Gemeinschaft
öfquist ausgeführten Untersuchungen über dieses
n zur Mitveröffentlichung an dieser Stelle[29b]) zur
gung gestellt. Es sei uns gestattet, Hrn. Prof. Bene-
und Hrn. Löfquist hierfür unsern besten Dank auszu-
ıen.

Bei den Systemen Cu—Cu_2O, Ni—NiO und wahrscheinlich auch Co—CoO liegen die Gleichgewichte ganz ähnlich[30]). Alle diese Systeme haben ein Eutektikum, das bei niedrigen Sauerstoffkonzentrationen liegt. Die Erniedrigung des Schmelzpunktes des reinen Metalls durch Sauerstoff ist gering. Im Schliff zeigen sich deutlich eutektisch angeordnete Oxydeinschlüsse. Abb. 14 zeigt die beiden Systeme Cu—O_2 und Ni—O_2.

Es war von jeher das Bestreben, den Sauerstoff im Stahl in eine weniger schädliche oder unschädliche Form zu bringen. Dies ist der Zweck jeder Desoxydation. Schon die guten Ergebnisse Mushets mit der Desoxydation durch Mangan führen zu der Anschauung, daß das MnO einen weniger nachteiligen Einfluß auf den Stahl ausübt als das FeO. Am häufigsten wird die Desoxydation heute durchgeführt mit Mn, Si, Al. Diese Elemente reagieren mit FeO in folgender Weise:

$$FeO + Mn \rightleftarrows MnO + Fe$$
$$2\,FeO + Si \rightleftarrows SiO_2 + 2\,Fe$$
$$3\,FeO + 2\,Al \rightleftarrows Al_2O_3 + 3\,Fe.$$

Über die Eigenschaften der Desoxydationsstoffe sowie über den Verlauf der Reaktionen und die Lage der Gleichgewichte bei verschiedenen Temperaturen wissen wir noch verhältnismäßig wenig. An die lange Zeit wenig beachtete, bahnbrechende Arbeit Le Chateliers[31]) knüpfen nach dem Krieg eine Reihe von physikalisch-chemischen Arbeiten über das Desoxydationsproblem an[32]). Diese Arbeiten fußen im Gegensatz zu den Untersuchungen von Le Chatelier auf dem Nernstschen Wärmetheorem, kranken aber noch sehr an der Unzuverlässigkeit der notwendigen Daten über die spezifischen Wärmen, konventionellen Konstanten, wie Oberhoffer ausführlicher in seinem Vortrag in Leoben[33]) zeigen konnte.

Die einwandfreie Bestimmung dieser Daten muß deshalb das nächste Bestreben aller wissenschaftlich arbeitenden Metallurgen sein. Im Eisenhüttenmännischen Institut, Aachen, ist die Ermittlung sicherer Zahlenwerte

s. a. Jansen, Arch. Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 147.
·) Versammlung des International. Materialprüfungskongresses ·erdam 1927.
·) Vergl. S. 1576 „Über das System Eisen-Sauerstoff" v. C. Benedicks und H. Löfquist.

30) Heyn, Mitt. d. Staatl. Materialprüf.-A. Bd. 18 (1900) S. 315; Merica, Amer. Inst. Min. Met. Ing. Januar 1925.
31) „Rev. Mét." Bd. 15 (1912) S. 513.
32) Styri, Iron and Steel Inst. Bd. 108 (1923) S. 189; Phys. Chemistry Steel Making Proc. London (1925); Trans. Faraday Soc. Bd. 21 (1925 II) S. 187 uf.
33) a. a. O.

Abb. 15
Abhängigkeit des O_2-Gehaltes vom Mn-Gehalt im Eisen; Isothermen für 1600 °

$$[FeO] = \frac{K}{[Mn]}; \quad \frac{[FeO]}{[MnO]} = \frac{K}{[Mn]}$$

seit längerer Zeit aufgenommen. Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die spezifische Wärme des Eisens konnten bereits veröffentlicht werden[34]).

Außer der theoretischen Berechnung der Gleichgewichte ist der Laboratoriumsversuch imstande, uns Aufschlüsse über die Prozesse zu geben. Aber auch hier sind noch viele Schwierigkeiten zu beseitigen. Vor allem ist die Beschaffung temperaturbeständiger, reaktionsträger Tiegel eine noch ungelöste Frage. Die bisher bekannten Tiegelwerkstoffe beteiligen sich in mehr oder minder starkem Maß an den Reaktionen, z. B. zwischen Metall und Schlacke, und trüben dadurch die Ergebnisse außerordentlich.

[34]) Oberhoffer und Grosse, „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 576.

Oberhoffer untersuchte zunächst gemeinsam H. Schenck die Desoxydation des Eisens mit Mang Aus Abb. 15, die das Ergebnis dieser Untersuchung w gibt, geht hervor, daß die Versuchsergebnisse unt nach Le Chatelier, McCance und Styri berec Werten liegen. Im allgemeinen passen sich die denen Werte zwanglos der Kurve an. Leider ist die mentelle Ermittlung der Gleichgewichtskonstanten nicht gelungen[36]). Ohne sie ist aber eine sichere B nung der Desoxydationswirkung bestimmter Desoxyd mittel unmöglich.

Einen dritten Weg zur Klärung der Metallurgi Stahlerzeugungsverfahren hat in den letzten Jahren Herty jr.[37]) vom Bureau of Mines beschritten. Er suchte betriebsmäßige Chargen mit zahlreichen zu fügung stehenden Meßverfahren auf Bad- und Schl zusammensetzung, Bad- und Schlackentemperatur, Ba der Schlacken usw. Wenn auch die Ergebnisse heute wenig praktische Bedeutung haben, so wird auf Wege sicherlich bei genügend zahlreichen und ein freien Versuchen manche Erkenntnis über die Natu Vorgänge zu gewinnen sein.

Fassen wir die mehr oder weniger ausführlic trachteten Fragen zusammen, so erkennen wir, w Frage nach dem Vorkommen und dem Verhalten des stoffes im Stahl das Kernproblem der Metallurgie des ist. Nur die großen Schwierigkeiten beim Ausbau geeigneten Verfahrens zur Bestimmung des Sauersto klären die Tatsache, daß unsere Erkenntnisse auf so wichtigen Gebiete noch sehr gering sind. Es daher vor allem der Sauerstoffanalyse die erste Arb widmet sein. Während noch vor einigen Jahren di sicht Karstens über die analytische Untersuchun Eisens auch auf die Sauerstoffanalyse zutraf, hab letzten Jahre bewiesen, daß das Heißextraktionsver bereits als Betriebsverfahren brauchbar ist. Damit i die Untersuchung der Sauerstofffrage die Basis ge fen, auf der planmäßig aufgebaut werden kann, un darf hoffen, daß die noch schwebenden Fragen übe Sauerstoff im Stahl einer Klärung in nicht allzu Zeit entgegengehen. [B

[35]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1526.
[36]) „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 1575, 1611.
[37]) „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1597.

Über das System Eisen–Sauerstoff

Von C. Benedicks und H. Löfquist, Metallographisches Institut, Stockholm

Einer Aufforderung von Dr. H. Esser zufolge sei an dieser Stelle — im Anschluß zu dem Aufsatz von Oberhoffer, der für die Sauerstofffrage bahnbrechend gewirkt hat — das von uns, in Gemeinschaft mit G. Phragmén aus dem Schrifttum hergeleitete Schaubild Eisen–Sauerstoff schon veröffentlicht[1]). Dabei ist aber eine kurze Beschreibung notwendig, damit deutlich hervorgeht, welche Einzelheiten hypothetisch sind. Die zu berücksichtigenden festen Phasen sind: Fe, FeO, Fe_3O_4 und Fe_2O_3 [R. Akerman (1882); Sosman und Hostetter (1916); Matsubara (1922) u. a.[1a])].

Der linke Teil des Schaubildes, Abb. 1, ist im wesentlichen nach den Angaben von Tritton und Hanson gezeichnet, jedoch mit einigen theoretisch notwendigen Zusätzen. Außer dem von diesen Forschern für geschmolzenes Eisen festgestellten Löslichkeitswert von 0,21 vH O bei dem (von 1533 ° auf 1519 ° erniedrigten) Schmelzpunkt (*AB*) sind noch zwei von de Coussergues mitgeteilte Löslichkeitswerte (*BD*) berücksichtigt worden.

Die Löslichkeit von Sauerstoff im festen α-Eisen wurde von den genannten Forschern zu etwa 0,05 vH festgestellt; Wimmer fand 0,035 vH; Oberhoffer, Schiffler und Hessenbruch gaben etwa 0,05 vH an. Für γ-Fe ist die Löslichkeit etwas höher als 0,05 vH anzunehmen,

[1]) Eine kurze Beschreibung des Diagrammes wird in den Verhandlungen des Internat. Materialprüfungskongresses, Amsterdam 1927, erscheinen.
[1a]) Schrifttum am Schluß.

da eine von dem Sauerstoff herrührende Erniedrigun A_3 mehrmals behauptet wurde (Austin 1915, Reed vergl. Humfrey 1912); vorhandene Beobachtung statten aber keine zahlenmäßigen Angaben; diejenige Schönert sind als sehr unsicher zu bezeichnen. also eine geringe Erniedrigung von A_3 mit steig Sauerstoffgehalt als wahrscheinlich anzunehmen ist erscheint eine entsprechende geringe Erhöhung v (γ, δ) wahrscheinlich (*F*) — da ja nach Westg Feststellung die Gitter von α- und δ-Eisen gleich si

Unter den drei von Oberhoffer (1927) b sichtigten Möglichkeiten[2]) sind die beiden ersten unv bar mit den von Tritton und Hanson auch bei ren Sauerstoffgehalten beobachteten Temperaturano bei 1400 °; die dritte Möglichkeit, obschon theoretisch bar, erscheint weniger wahrscheinlich, vom oben erö Gesichtspunkte der Gitterverhältnisse.

Der Punkt *C* ist durch Tritton und Hanson festg wie auch die Tatsache, daß FeO bei 1370 ° (volls oder teilweise) schmilzt (Punkt I). Zu entscheide wie die von *C* ausgehende Fe-Liquiduskurve (in bezug auf I verläuft. Denkbar sind drei Fälle: Si 1. gänzlich links von dem FeO-Punkt I fallen, 2. un bar auf I zugehen, oder aber 3. rechts von I enden. Möglichkeit 1 bedeutet das Vorhandensein eines link

[2]) Vortrag auf dem Eisenhüttentag in Luxemburg, Revue Luxembourg Bd. 19 (1927) S. 99.

legenen Eutektikums. Ein solches ist aber eobachtet worden; aus mehreren Gründen ernt diese Möglichkeit recht unwahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher kommt uns die dritte ichkeit vor, die mit dem Vorhandensein eines eckten Höchstwertes für FeO gleichbedeutend Tatsächlich ist FeO ja nie aus einer Schmelze zu erhalten (was der Fall 1 erfordern c!), sondern enthält anscheinend immer ; Fe in verhältnismäßig grober Verteilung einem verdeckten Höchstwert ist dies ja n unvollständiger Gleichgewichtseinstellung zu erklären. Für Fall 3 spricht ebenfalls Umstand, daß Tritton und Hanson auch für Schmelze der Zusammensetzung FeO einen achen A_4-Punkt beobachteten, während im 1 oder 2 eine solche Beobachtung auslossen ist.

.us diesen Gründen wurde die Kurve *CGM* einem Knickpunkt bei *G*) wie in Abb. 1 chnet.

Das homogene FeO-Gebiet muß sich nach nur bis etwa 570 ° erstrecken (*Q*) (Chaun, Eastman, Matsubara); bei niedriger eratur zerfällt FeO in Fe_3O_4 + Fe. Oben das FeO-Homogenitätsgebiet eine erhebliche ehnung haben (*PO*), besonders nach der stoffseite hin, wenn die Beobachtungen von bara, Eastman und Evans und neuerdings enck und seinen Mitarbeitern als ausschlaggebend anmen werden. Der Befund der letzteren, daß das frag- Homogenitätsgebiet entschieden rechts von FeO ohne FeO einzuschließen (Wüstit), steht in Widerh zu früheren Arbeiten, nach denen die homogene mensetzung FeO tatsächlich zu erhalten ist; reines H) FeO wurde neuerdings von Wöhler und ther dargestellt (Atmosphäre $H_2 + H_2O$). Aus n Grund erscheinen erhebliche Fehlerquellen noch ch (wie Einwirkung eines unvollständigen Gleichhtes, des Gefäßstoffes, des Kohlenstoffgehalts, des usw.).

Zwischen FeO und Fe_3O_4 (Schmelzpunkt 1527 °, Hilund Kohlmeyer) ist ein Eutektikum beobachtet n (Oberhoffer und d'Huart, Wyckoff Crittenden). Die eutektische Zusammensetzung bekannt; angenommen wurden hier etwa 24 vH O; Vert ist mit den obigen Beobachtungen durchaus verch (*N*). Ein von Oberhoffer und d'Huart sonst unter Haltepunkt bei 1200 ° wurde als die zugehörige ische Temperatur angenommen[3]).

Nach Angaben von Sosman und Hostetter soll sich hen Fe_3O_4 und Fe_2O_3 eine kontinuierliche Reihe lischkristallen vorfinden. Die Annahme aber ist mit Unterschied in der Kristallstruktur zwischen Fe_3O_4 e_2O_5 unvereinbar[4]). Anzunehmen ist deshalb das Vorusein einer — wenn auch beschränkten — Mischungs- (*V'X*) bei hoher Temperatur. Bei niedriger Tempemuß sie hingegen weit ausgedehnt sein (*YZ*).

Vorhandene Beobachtungen zeigen, daß der Sauerstoff- des festen Fe_2O_3 außerordentlich groß ist — schon wa 1100 ° tritt eine erhebliche Sauerstoffabgabe Fe_2O_3 ein (Hostetter und Sosman). Aus diesem e erscheint bei gewöhnlichem Druck ein homogenes lzen von Fe_2O_3 ausgeschlossen. Der beobachtete lzpunkt (1565 °; Hilpert und Kohlmeyer) ist b als Zersetzungspunkt gedeutet worden. Da die siation mit steigender Temperatur ansteigt, muß die *UU'* nach links verlaufen.

Viele der eingezeichneten Kurven sind quantitativ unndet und demnach gewissermaßen hypothetisch. Die en, durch Versuche festgelegten Unterlagen zu erbringen, wäre aber eine außerordentlich umfassende Aufgabe; wesentliche grundsätzliche Änderungen des von uns entworfenen Schaubildes dürften wahrscheinlich kaum zu erwarten sein, obgleich selbstverständlich beträchtliche Kurvenverschiebungen sich als notwendig erweisen können.

[3]) Ein gleichzeitig angegebener Haltepunkt bei 1450 ° konnte nicht ichtigt werden, da die betreffende Zusammensetzung nicht genau angegeben ist; für die als eutektisch gedeutete Tempe-00° ist dies belanglos.

[4]) Vergl. Smits und Bijvoet.

Abb. 1
Zustandschaubild Eisen — Sauerstoff nach C. Benedicks und H. Löfquist

Literaturverzeichnis

W. Austin, Journal Iron and Steel Institute (1915 II) S. 157.
G. Chaudron, Comptes rendus 172, 152, 1921; Annales de Chimie Bd. 16 (1921) S. 221.
C. de Cousserques, Revue de Métallurgie Bd. 19 (1922) S. 639.
E. D. Eastman, Journal American Chemical Society Bd. 44 (1922) S. 975.
E. D. Eastman und R. M. Evans, Journal American Chemical Society Bd. 46 (1924) S. 888.
S. Hilpert und E. G. Kohlmeyer, Berichte der chemischen Gesellschaft Bd. 42 (1909) S. 4581.
J. C. Hostetter und R. B. Sosman, Journal American Chemical Society Bd. 38 (1916) S. 1188.
J. C. Humfrey, Carnegie Scholarship Memoirs (Iron and Steel Institute) Bd. 4 (1912) S. 80.
A. Matsubara, Transactions American Institute Mining and Metallurgical Engineers Bd. 67 (1922) S. 3.
P. Oberhoffer und K. d'Huart, „Stahl und Eisen" Bd. 39 (1919) S. 165 und 196.
P. Oberhoffer, „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1512.
P. Oberhoffer, H. J. Schiffler und W. Hessenbruch, „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1540.
E. L. Reed, Carnegie Scholarship Memoirs (Iron and Steel Institute) Bd. 14 (1925) S. 91.
R. Schenck und T. Dingmann, Zeitschr. f. anorg. Chemie Bd. 166 (1927) S. 113.
K. Schönert, Zeitschr. f. anorg. Chemie Bd. 154 (1926) S. 220.
A. Smits and J. M. Bijvoet, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Proceedings Bd. 21 (1919) S. 386.
R. B. Sosman und J. C. Hostetter, Journal American Chemical Society Bd. 38 (1916) S. 807.
F. S. Tritto und D. Hanson, Journal Iron and Steel Institute (1924 II) S. 90.
A. Westgren und G. Phragmén, Journal Iron and Steel Institute (1922 I) S. 241.
A. Wimmer, „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 73.
R. W. G. Wyckhoff und E. D. Crittenden, Journal American Chemical Society Bd. 47 (1925) S. 2876.
L. Wöhler und R. Günther, Zeitschr. f. Elektrochemie Bd. 29 (1923) S. 276.
R. Åkerman, Jernkontorets Annaler Bd. 37 (1882) S. 329.

Hydraulische Pressen

Von Alexander Deutsch, beratendem Ingenieur, Wien

Grundsätzliches über Gestaltung und Anwendungsgebiete der hydraulischen Pressen — Ausführungsbeispiele: Pressen zum Herstellen von technischen Halb- und Fertigerzeugnissen — Pressen der Lebensmittelindustrie.

Allgemeines

Die hydraulischen Pressen haben wegen ihrer vielfachen Verwendungsmöglichkeit, ihrer einfachen Bauart und Bedienung eine fast in alle Erzeugungsgebiete reichende Verbreitung gefunden. Von einer neuzeitlichen hydraulischen Presse werden gefordert: 1. große Tagesleistung, 2. geringe Betriebs- und Instandhaltungskosten, 3. leichte Zugänglichkeit und Übersichtlichkeit sämtlicher Teile, 4. möglichst selbsttätiges Arbeiten bei wenig Bedienungsmannschaft, 5. langsames Anwachsen und schließlich Gleichbleiben des Druckes bei langsamem Abnehmen des Preßraumes, 6. saubere Arbeit.

Die Hauptteile der hydraulischen Presse sind: der Preßzylinder, worin der durch eine Leder- oder Guttaperchamanschette gedichtete Kolben läuft, der Preßtisch, die Führungssäulen und das von diesen getragene Kopfstück (Querhaupt). Bei den hydraulischen Pressen wird die Preßflüssigkeit: Wasser, Glyzerin, Öl, mittels einer Hochdruckpumpe in den Preßzylinder gedrückt. Mit dem Kolben ist der Preßtisch oder Preßstempel fest verbunden, der beim Vorwärtsgange des unter Druck gesetzten Preßkolbens mitgenommen und gegen das auf der Gegenseite fest abgestützte Preßgut gedrückt wird. Auf der Gegenseite wird der Druck durch Platten, Bieten, Schabotten, Gegenstempel, Kasten und dergleichen aufgenommen. In der Praxis werden normalerweise Betriebsdrücke von 50 bis 600 kg/cm² Kolbenfläche verwendet.

Nach der Bauart unterscheiden wir: senkrecht stehende und wagerecht liegende hydraulische Pressen, solche mit von oben, unten oder von beiden Seiten wirkendem Drucke. Bei den ersteren wirkt das Gewicht des Kolbens im Sinne des Druckes. Der Kolbenrückgang erfolgt also durch das Eigengewicht der Presse, durch Gegengewicht oder hydraulischen Rückzug. Nach dem Verwendungszwecke sind Pressen, die der Herstellung oder Prüfung von technischen Halb- oder Ganzfabrikaten dienen, von jenen zu unterscheiden, die in der Erzeugung von Lebensmitteln benutzt werden. Zu den erstgenannten gehören: Schmiede-, Stanz- und Prägepressen, Rohrprobier- und Röhrenstauchpressen, Ziehpressen, Radreifen-, Räder- und Federbund-Aufziehpressen, Universalpressen, Pressen für Galvanoplastik, Ballenpackpressen. Sperrholz und Furnierpressen, Lederabwalkpressen, Brikettierpressen, Heizplattenpressen für die Textilindustrie und andre Zwecke, Schnellpressen zur Verarbeitung von Isolierstoffen, Topfpressen, hydraulische Scheren, Blechbiegemaschinen, Gießerei-Formmaschinen usw. Zu der zweiterwähnten Gruppe gehören Sonderpressen zur Öl und Säftegewinnung, Kakaobutter- und Teigwarenpressen usw. Die Kammer- und Plattenfilterpressen gehören eigentlich in eine eigene Gruppe.

Pressen zur Herstellung und Prüfung von technischen Erzeugnissen

Die Bauarten der Schmiedepressen sind in dieser Zeitschrift bereits häufig behandelt worden[1]). Rein hydraulische Schmiedepressen werden aus baulichen Gründen meist nicht mit mehr als 2000 t Gesamtdruck gebaut. Auch hier muß man schon zu mehreren nebeneinanderliegenden Preßstempeln greifen. Um die Steuerorgane zu entlasten und mit hohen spezifischen Drücken arbeiten zu können, werden etwa seit 1890 dampfhydraulische Pressen verwendet. Hier wird der elastische Dampf zur mittelbaren Druckübertragung benutzt. Über dem hydraulischen Zylinder werden die Dampfzylinder angeordnet, deren Druck durch geeignete Verbindungsstücke auf den Flüssigkeitskolben übertragen wird. Die Arbeitsmaschine arbeitet hier mit hohem spezifischen Druck (bis zu 600 at), während im Krafterzeuger (Dampfmaschine) Dampf mit nur 4 bis 10 kg/cm²

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1288 und 1303, Z. Bd. 71 (1927) S. 1000.

Abb. 1. Sperrplattenpresse der Niederrheinischen Maschinenfabrik, Krefeld

wirkt und nur dieser Arbeitsdampf (mittels Hand
bers) zu steuern ist.

Eine häufige Verwendung finden die bereit
wähnten Plattenpressen als sogenannte
plattenpressen. Dies sind Plattenpressen, häufi
Unterdruck, deren Preßplatten mittels Dampfes
Elektrizität geheizt werden und die z. B. bei der
gung von Textilwaren (zum Pressen von Triko
Strümpfen, Tuchen, Seidenwaren, Kleiderstoffen)
Rolle spielen. Meist wird ein Satz parallel übereina
liegender, durch eine Hebevorrichtung in jeder St
feststellbarer, innen hohler Stahlplatten verwendet,
die Heizleitung in geeigneter Weise angeschlossen
Die Ausführung dieser Maschinen ähnelt der Bau
Abb. 1, nur sind sie leichter und haben kleinere P
Eine mittlere Presse dieser Art hat etwa 150 t G
druck und preßt täglich z. B. 240 Dtz. Hemden.
führenden Werken werden die Heizplattenpressen b
3000 t Gesamtdruck gebaut, bei denen die Grundpref
von mehreren nebeneinander wirkenden Kolbenst
aufwärts getrieben wird.

Zu den Heizplattenpressen gehören auch die S
maschinen, die zur Herstellung der in steigendem
gebrauchten Sperrholzplatten benutzt werden. Diese
sen werden für 20 bis etwa 3000 t Gesamtdruck u
10 bis 30 Platten hergestellt. Die Platten haben o
deutende Größe (2100 × 1600 mm² gilt als normal).
Pressen werden als Verleimpressen zur eigentlichen
plattenverleimung hergestellt. Abb. 1 zeigt eine de
Sperrholzpresse einer führenden Krefelder Firma. D
zifische Druck auf das Sperrholz beträgt etwa
30 kg/cm³. Ein Preßgang dauert hier z. B. 5 bis 8

Abb. 2
ıellpresse für 200 t
ck der Pressenfabrik
tz Müller, Eßlingen

Abb. 3
Kopierminenpresse mit selbsttätiger Steuerung von Werner & Pfleiderer, Kannstatt

e Sperrplatten- und Furnierpressen arbeiten mit
schluß, betätigt durch Hilfskolben, oder mit Druck-
- oder Druckluftspeicherung, die sich am besten zu
en scheint. Die Platten werden mit Dampf geheizt.
werden sie meist ganz aus gewalztem S.-M.-Stahl her-
. In diese Platten werden die Heizkanäle, die zur
eitung des Heizmittels dienen, gebohrt. Es werden
atten bis zu 10 m Länge ausgeführt, deren Heizkanäle
vollen Kern gebohrt sind. Eine bemerkenswerte Aus-
gsform der Heizplattenpressen ist die hydraulische
resse für Galvanoplastik und Stereotypie. Die Ma-
ist gedrungen und kräftig gebaut. Unmittelbar am
Querhaupte sitzt die Preßplatte,
die Patrize für die herzustellen-
ereotypmatern eingesetzt wird. Der
Preßtisch ist mit Führungen für
sfahrbare, heizbare, untere Preßplatte
en. Geheizt wird beim Naßpressen
Trocknen der Matern) mit Dampf. In
ressenoberteil ist zur Beschleunigung
ocknens eine Absaugvorrichtung für
e eingebaut. Die Maschine wird meist
samtdrücke von 250 bis 500 t gebaut.

n neuzeitlichen Pressen großer Lei-
und kleinen Kraftbedarfes seien die
lischen Schnellpressen, Abb. 2,
ormen, Stanzen und Filtern plasti-
und isolierender Massen hervorge-
Sie werden heute mannigfach, z. B.
um Vulkanisieren von Gummiplatten,
n von Horn, Bakeliten (Hartgummi-
, Zelluloid, Porzellan, Pappe und der-
n verwendet. Diese mit Oberdruck
ydraulischem Rückzug des Preßstem-
irkenden Pressen werden mit 5 bis
Gesamtdruck gebaut. Auf dem unten
ienden Preßtisch sind die Matrizen
ufnahme der Preßmasse befestigt.

Der Preßstempel trägt das Werkzeug mit der Patrize. Der Rückzugzylinder steht hier meist unter Druck des Druckspeichers (hydraulischen Akkumulators), der stets für mehrere Pressen verwendet und von der Hochdruckpumpe gefüllt wird. Auf diese Weise wird jede Steuerung des Rückzugzylinders überflüssig. Der Hochdruck für den Arbeitsgang indes wird mittels Spindeln, Ventilen oder Schiebern gesteuert. Selbsttätiges Auswerfen ist meist vorgesehen.

Beachtung verdienen die wohl aus der Ölpresserei übernommenen Topfpressen, bei denen das Preßgut in einen auf dem Preßtische stehenden unten offenen, häufig heizbaren Preßtopf gefüllt und der Druck durch den von oben pressenden Stempel ausgeübt wird. Diese Pressen finden sich häufig zum Filtern von Regeneraten, Gummimischungen, Zelluloid und dergleichen.

Eine bemerkenswerte Maschine ist die von einer Kannstätter Fabrik hergestellte hydraulische Minenpresse, Abb. 3, für Kopierstifte. Lange hat die Bleistiftindustrie versucht, die äußerst zähen Kopierstiftminen zu pressen, um die Herstellung zu verbilligen, doch waren alle Versuche ergebnislos, da die hohen spezifischen Drücke, die zur Erzeugung nötig waren, unerreichbar schienen. Endlich gelang es, eine viersäulige massive hydraulische Presse für einen spezifischen Druck auf die Preßmasse von 2500 kg/cm² herauszubringen. Die Presse hat einen auswechselbaren Preßtopf, der eine besondere Matrize aufnimmt, die gleichzeitig das Seihen und Minen gestattet. Diese Presse arbeitet mit Oberdruck.

Besonderer Erwähnung unter den neuzeitlichen hydraulischen Pressen verdienen die auch bei der Deutschen Reichsbahn eingeführten Pressen, Abb. 4, zum Aufziehen von Federbunden auf die Tragfedern von Wagen und Lokomotiven. Bisher wurden diese Bunde mit der Hand aufgezogen, wobei Ungenauigkeiten von 20 bis 25 mm nichts Seltenes waren. Bei den hydraulisch aufgezogenen Federbunden ist diese Verschiebung ausgeschlossen. Die Bunde werden auf die Federn in rotglühendem Zustand aufgeschoben, die Federblätter werden sodann in die mit einem senkrecht und einem wagerecht wirkenden Preßstempel ausgestattete Presse eingesetzt, es wird Druck gegeben und der Bund nunmehr gleichzeitig und gleichmäßig von zwei Seiten auf die Feder aufgestaucht. Die Maschine wird von einer Karlsruher Gesellschaft gebaut, die übrigens auch eine Radreifen-Aufziehpresse, Abb. 5, herausgebracht hat, bei der der Reifen durch radial angeordnete Preßstempel gestaucht wird.

Abb. 4
Federbund-Aufziehpresse mit Druckwasserantrieb, gebaut von der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe

Abb. 5
Radreifen-Aufziehpresse der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe mit Druckwasserantrieb

Abb. 6
Ölpresse von Fritz Müller, Eßlingen, mit 360 mm Kolben-Dmr. und 300/850 mm-Seiher

Ein Kannstätter Werk überraschte vor kurzem mit einem hydraulischen Kautschukspalter mit auswechselbarem Messer, der für die überseeische und europäische Kundschaft zum Schneiden von Rohgummiblöcken in Betracht kommt.

Pressen für die Lebensmittelindustrie

Besonders vertreten ist die hydraulische Presse in der Lebensmittelerzeugung. Hier sind es vor allem die Ölpressen, Abb. 6, die erst eine wirtschaftliche Ölgewinnung ermöglicht haben. Verarbeitet werden pflanzliche und tierische Erzeugnisse. Unter den Pflanzenölen sind es leichttrocknende Öle, die aus Lein, Hanfsamen, Mohn und Sonnenblumen, halbtrocknende Öle, die aus Mais- und Getreidekörnern, Kürbiskernen, Sojabohnen und nichttrocknende Öle, die aus Oliven, Erdnüssen, Kernobstkernen gewonnen werden. Unter den tierischen Ölen seien die Fischöle, Leberöle und Trane erwähnt. Die Praxis hat ergeben, daß die aus der hydraulischen Pressung gewonnenen Öle hinsichtlich der Reinheit und des Geschmackes den Vorzug vor den auf chemischem Wege gewonnenen Ölen verdienen.

Die Ölpressen wurden infolge der Mannigfa des Preßgutes für den einzelnen Fall ausgebildet Vorgang ist kurz der, daß die zu verarbeitenden Ö oder Früchte zunächst gereinigt und möglicherwe schält, sodann auf Walzenstühlen oder Kollergäng brochen und schließlich in Röstpfannen erwärmt u gelockert werden. Die in der Röstpfanne befi Maische wird dann der Presse zugeführt. Man scheidet offene und Seiherpressen. Aus Südfran woher noch heute die besten Ölsorten kommen, st die sogenannten Marseiller-Pressen. Hier wird da gut einfach in Preßtücher eingeschlagen und zw Platten der liegenden offenen Presse gepreßt. Au ölreichen Oliven wurden anfangs auf offenen l lischen Platten verarbeitet. Die Oliven werde Säcke eingeschlagen, auf die Presse gebracht. D fließende Öl läuft durch die Rinne des Preßtisches Auffangschale und wird abgeleitet.

Unsere heimischen Ölsaaten werden meis Seiherpressen, Abb. 6 bis 9, entölt. Die Au schwankt zwischen 15 und 35 vH. Der gegossene zylinder der Seiherpresse wird meist in den eingebaut. Der nach aufwärts wirkende Preßkolbe den Preßtisch, auf den sich der Preßseiher stützt. bis vier Stahlsäulen tragen das obere Querhau dem der Preßstempel fest verbunden ist. Der seiher ist das eigentliche Preßgefäß; er bestel einem mit besonders feinen Öffnungen vers Stahlrohr und einem Blechmantel. In diesen Seiher nun das vorgewärmte Preßgut in kleinen Teilr zwischen Haarpreßdeckel und Preßplatten. Gewö wird vor dem eigentlichen Pressen die im Seih findliche Preßmasse durch eine seitlich oder v Presse befindliche Vordruckeinrichtung zusa gedrückt, die eigentlich eine kleine Presse für sic stellt. So läßt sich der Seiher dichter füllen, sodann auf den Preßtisch, der sich während des Dr nach aufwärts hebt, wobei der feste Preßstempel Seiher eindringt und den Gegendruck ausübt. I Seiher meist festsitzenden Rückstände, Ölkuchen, ebenfalls mittels der hydraulischen Vordrucke tung herausgedrückt.

Bei größeren Anlagen werden drei bis sechs sen mit einer alle bedienenden sogenannten oder Füllpresse verwendet. Oberhalb dieser sitzt der Ölsaatenwärmer, der durch ein Füllmaß gleich gen in den jeweils zu füllenden, durch einen Seiher herangebrachten Seiher liefert. Nach der F wird der Seiher wieder auf den Wagen und mittels zu der betreffenden Presse der Batterie gebracht. durch wird fortlaufender Betrieb gewährleistet. I kuchen werden häufig nach der ersten Pressur eigenen Walzwerken oder Schlagkreuzmühlen geb neuerlicher Entölung zugeführt, oder sie werden liebtes Futtermittel verwertet. Solche Seiherpress beiten meist mit 200 bis 350 kg/cm² spez. Kolbendruck Betriebe einer aus vier Pressen bestehenden Batte Preßkolben von 520 mm Dmr. genügt ein Pumpwerk 12 PS Kraftbedarf. Eine solche Batterie verarbeitet lich 1200 bis 1600 kg Preßgut (Saatmehl), je na Tüchtigkeit der Arbeiter. Häufig werden die Packp mit zwei um eine der Tragsäulen verschwen Preßgefäßen oder drehbaren Unterseihern ausgefü

Plattenpressen englisch-amerikanischer Herkunf nen, da bei ihnen Seiher und Wagen wegfallen, zum Pressen der bei uns heimischen Saaten ver werden. Hier hängen mehrere Preßplatten (bis Haften oder Stufeneisen, die an den Preßsäulen g sind. Das Preßgut wird auf einer Formpresse ge in Preßtücher eingeschlagen und zwischen die 1 gebracht. Im allgemeinen werden jedoch die Seiherp den Plattenpressen für Ölsamenverwertung vorge Für große Fabriken kommen Seiherpressen in Fra denen auf das Preßgut ein spezifischer Druck vo 500 kg/cm² ausgeübt wird, wobei der Seiherdurchm kleiner als der Kolbendurchmesser ist. Die Seihe bei diesen großen Maschinen oft über 2,2 m hoch Kuchen werden meist nach oben ausgeworfen. In De

Abb. 7 bis 9. Pressenbatterie mit drei Fertigpressen und Grundseiher-Füllpresse (Fritz Müller, Eßlingen)

ibt es eine große Zahl, in Österreich nur wenige ge Großbetriebe. Für kleinere und mittlere land-aftliche Betriebe kommen Seiherpressen in Frage,) bis 480 mm Seiherdurchmesser haben.

e eine Sondergruppe bildenden Pressen zum Fil- von Flüssigkeiten, z. B. auch des aus dem vor-iten Preßvorgang gewonnenen Speiseöls, sind lls bemerkenswert. Sie arbeiten nicht mit dem einen Kolben übertragenen Preßdruck, sondern ird der Preßdruck unmittelbar durch das Eigen-t der hochgelagerten zu klärenden Flüssigkeit lurch eine Pumpe erzeugt. Es kommen hierbei von 4 bis 10 kg/cm² vor. Die Pressen werden als pressen für Durchziehtücher oder als Kammer-n mit je mehreren Platten und Rahmen (6 bis 60), mer aber liegend ausgeführt. Die Platten werden Druckspindeln oder mit Hebel- oder Räderüber-g mit der Hand zusammengedrückt. Einrichtungen mpfheizung, Auslaugung usw. kommen bei Sonder-n vor. Die Platten oder Kammern werden von etwa 00 mm² bis 2000 × 2000 mm² ausgeführt.

Die hydraulischen Wein- und Obstpressen (Kelterpressen) werden meist für etwa 30 bis 500 t Gesamtdruck, je nach der Größe, gebaut. Sie arbeiten mit verhältnismäßig geringem spez. Druck, da das Verhältnis zwischen Kolben- und Preßkorbdurchmesser stets kleiner als 1 ist. Diese Preßkörbe werden mit 500 bis 2000 mm Dmr. gebaut; sie sind meist ausfahrbar angeordnet. Der Preßdruck wird von oben oder unten gegeben. Die einfachste Bauart ist die in Profileisen; ein Preßkorb sitzt in der Art eines Preßgefäßes auf dem durch den Kolben aufwärts bewegten Preßteller, während der schwere Gegenstempel am oberen Querhaupt abgestützt ist. Eine solche mittlere Presse liefert bei Preßkörben von 1000 mm Innendurchmesser, 750 mm Höhe und 580 l Inhalt täglich bei zehnstündigem Dauerbetrieb etwa 9000 l Preßgut. Die kleineren und größeren Wein- und Mostpressereien in Mitteleuropa benutzen heute vorwiegend hydraulische Pressen.

Die hydraulischen Kakaopressen, Abb. 10, werden zur Herstellung von Kakaobutter benutzt. Häufig werden diese Pressen viersäulig in Stahlguß, Säulen und

Abb. 10 (rechts)
Drei Kakaopressen mit Druckwasserantrieb, gebaut von Fritz Müller, Eßlingen

Abb. 11 (
Teigwaren
gebaut
Werner &
derer, Ka

Muttern in Schmiedestahl ausgeführt. Hier werden mehrere nach einer oder beiden Seiten ausfahrbare, unten und seitlich gut abgedichtete, mit besonderen Öffnungen für den Austritt der Kakaobutter versehene Preßtöpfe verwendet. Über jedem Topf ist ein an den Säulen geführter Preßstempel angeordnet. Die Preßstempel enthalten Kanäle, die durch Dampf geheizt werden. Auf der Seite der Presse arbeitet eine Ausstoßvorrichtung für die in den Töpfen verbliebenen Rückstände. Die Preßtöpfe erhalten rd. 7 bis 25 kg Inhalt. In einem Preßgang können im Höchstfall ungefähr 90 kg Kakaomasse verarbeitet werden. Derartige Pressen haben Kolben von etwa 300 bis 600 mm Dmr., Gesamtdrücke von 250 bis 800 t bei 320 bis 350 kg/cm² spezifischem Wasserdruck. Das entspricht hier spez. Drücken von ungefähr 330 bis 440 kg/cm² auf der Preßfläche.

Die hydraulischen Teigwarenpressen, Abb. 11, werden mit ausschwenkbaren Preßgefäßen (Teighafen) ausgeführt. Der auf der Knetmaschine oder auf dem Kollergang gefüllte, auf einem Teigwagen sitzende Teighafen wird an die Vorpreßseite der Presse gefahren und durch eine besondere Führung unter den dort angeordneten Vorpreßkolben gebracht. Es wird hydraulisch vorgepreßt. Ein Gegenhalter hält den im ausgeschwenkten Teighafen befindlichen Teig unter Druck, während die Presse arbeitet. Wenn hier das Pressen beendet ist, heben sich die Teighäfen selbsttätig von ihrem Sitz und werden um ein Kugellager geschwenkt. Der frisch gefüllte Teighafen wird durch zwei kräftige Anpreßzylinder auf den Tisch gepreßt. Im Preßtisch ist ein starker Heiz- und Tragrost angeordnet, auf dem die Form ruht, durch die der Teig gepreßt werden soll. Bei der Pressung wird der im Teighafen befindliche Teig durch die Form zu Makkaroni, Spaghetti und anderen Teigwaren gepreßt. Preßtisch und Teighafen sind mit Dampf oder elektrisch heizbar. Die nach unten fallende Ware wird durch einen Roll- oder Schwingtisch befördert. Seitlich des über dem oberen Querhaupt angeordneten Preßzylinders befinden sich die beiden Rückzugzylinder für den Preßstempel. Diese stehenden Teigwarenpressen werden für 100 bis 700 kg/h Leistung gebaut. Schnitt- und Suppenwaren werden meist in liegenden Pressen hergestellt. [B 2318]

Abb. 1
Doppelschrauben-Motorschiff „Freiherr vom Stein“

Die Doppelschrauben-Personenmotorschiffe „Freiherr vom Stein“ und „Beethoven“

der Köln-Düsseldorfer-Rheindampfschiffahrt

Von Direktor R. Schröter, Düsseldorf

Besondere Verwendungsmöglichkeit — Einrichtung und Maschinen der beiden je 1060 bezw. 600 Fahrgäste fassenden Motorschiffe, die für 16 bis 17 km/h Fahrgeschwindigkeit gegen den Strom gebaut sind.

m 1. Mai 1827 nahm die am 11. Juni 1826 gegründete Preußisch-Rheinische Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Köln, die sich im Jahre 1853 mit der errichteten Dampfschiffahrts-Gesellschaft für den -- und Mittel-Rhein in Düsseldorf zur „Köln-Düssel- Rheindampfschiffahrt“ zusammenschloß, den Per- und Güterdienst auf dem Rhein mit dem Seitenrad- er „Concordia“ auf, dem am 8. Juni 1827 ein zweiter 'er gleicher Bauklasse, „Friedrich Wilhelm“, folgte. ährend dieses 100jährigen Bestehens behielt das und nach schiffbaulich und maschinentechnisch mehr vervollkommnete Seitenradschiff und der maschinenantrieb die Alleinherrschaft, bis Anfang 1927 zwei neue Doppelschrauben-Personenmotor- den Dienst aufnahmen, Abb. 1 und 2.

enn nun auch in hundertjähriger Erfahrung der raddampfer wegen seiner großen Deckflächen und geringen Tiefganges bei hoher Geschwindigkeit sich s geeignete Betriebsmittel für die Personenbeför- ; auf dem Rhein erwiesen hat und seine gute inen- und Fahrleistung bei Rückwärtsfahrt ermög- in der Talfahrt rückwärts gegen den Strom ohne rehen an den Landestellen anlegen zu können, so h anderseits doch gezeigt, daß für gewisse Ver- recke auch das Schraubenschiff seine Vorzüge id seine Einführung zur Notwendigkeit gewor- t. So konnten diese Schiffe den unmittelbaren Ver- uf dem Main bis Frankfurt aufnehmen, so daß bedeutende Platz auch im Personenverkehr an den Rhein angeschlossen ist, was mit den vorhandenen Seitenradschiffen wegen der Schleusen- und Brückenabmessungen bisher nicht möglich war.

Motor-Fahrgastschiffe dieser Größe und Fahrgeschwindigkeit waren bisher auf dem Rhein noch nicht vorhanden. Die beiden neuen Schiffe stellen demnach einen bemerkenswerten Fortschritt im Flußschiffbau dar.

Besondere Schwierigkeit bei der Konstruktion boten die gestellten Bedingungen. Bei geringstem Tiefgang sollte die gleiche Geschwindigkeit wie bei dem bisherigen Seitenraddampfer, 16 bis 17 km gegen den Strom, erreicht werden. Ferner war die Höhe der Schiffe so zu bemessen, daß die vielen vorhandenen Landebrücken auch für das Anlegen dieser Schiffe benutzt werden konnten.

Nach gemeinsamem Entwurf mit der Reederei hat die Firma Chr. Ruthoff, Mainz-Kastel, den Bau des Schiffes

„Freiherr vom Stein“

Abb. 1, einschließlich Innenausstattung der Gesellschaftsräume sowie Einrichtung und Ausbau des Maschinenraumes ausgeführt, während die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg die Antriebmaschinen geliefert hat.

Hauptangaben

Länge über alles	50,75 m
„ zwischen den Loten	47,5 „
Breite über Spanten	7 „
Seitenhöhe	2,9 „
Tiefgang betriebfertig	1,2 „

Abb. 2
Doppelschrauben-Motorschiff „Beethoven“

Abb. 3 bis 6
Ansicht und Deckpläne des Motorschiffes „Freiherr vom Stein“

Kommandobrücke und Promenadendeck

Hauptdeck

Raumplan

a Hauptmaschinen
b Drucklager
c Anlaßluftpumpen
d Schmierölbehälter
e Akkumulatoren
f Dieseldynamo mit Hilfskompressor
g Brennstoffbehälter
h Aushilfs-Lenz- und Kühlwasserpumpen
i Schalttafel
k Brennstoff- und Schmierölpumpe
l Werktank
m Anlaßluftflaschen
n Heizkessel
o Bunker für Heizung
p elektrischer Speisenaufz
q Kühl- und Eismaschine

Maschinenleistung	2 × 275 PS_e
Geschwindigkeit gegen den Strom . . .	16 bis 17 km/h
„ mit dem Strom	29 „ 30 „
Zulässige Fahrgastzahl	1060.

Das Schiff ist als Doppeldeckschiff mit durchlaufendem Haupt- und Promenadendeck gebaut. Vier wasserdichte Querschotte teilen den Schiffskörper in fünf Abteilungen, Abb. 3 bis 6. Im Bug liegt der als Materi ausgebaute Kollisionsraum. Nach hinten anschl folgen die zeitgemäß eingerichteten Wohnräume f Mannschaft. Mittschiffs ist der Maschinenraum ordnet, über den nach oben ein geschlossener S bis über das Sonnendach führt, so daß eine Beläs der Fahrgäste durch Ölgeruch ausgeschlossen is

Abb. 7
Küche

Abb. 8
Rauchzimmer, Ansicht von vorn nach hinten

Abb. 10
auptspant des Motorschiffes „Freiherr vom Stein“

: liegen die von Bord zu Bord reichende geräumige
e, Abb. 7, und anschließend die Kühl- und Vorrats-
e.

m Hinterschiff liegen die Wohnräume für das Wirt-
tspersonal. Der wasserdichte Heckraum kann ebenso
der Bugraum zum Trimmen des Schiffes be-
werden. Beide sind zu diesem Zweck mit Flut- und
leitung versehen. Auf dem Hauptdeck befindet sich
ein Rauchzimmer, Abb. 8, mit großen, zum Teil
nterlaßbaren Aussichtsfenstern, das für 56 Fahrgäste
leinen Tischen Platz bietet. Dann folgt der Vor-
zum Ein- und Aussteigen mit dem Aufgang zum Pro-
dendeck. Das Hinterdeck wird von dem Speisesaal,
9, eingenommen, der Raum für 100 Fahrgäste bietet
allseitig mit großen, beweglichen Aussichtsfenstern
hen ist. Am vorderen Ende des Speisesaals befindet
die Speisen- und Getränkeausgabe, die mit der Küche
einen elektrischen Speisenaufzug verbunden ist.
'as Promenadendeck erstreckt sich nahezu über die
Länge des Schiffes. Es ist ringsherum mit be-

Abb. 9
Speisesaal, Ansicht von hinten nach vorn

quemen Rückenlehnbänken versehen, vorn durch ein Schanzkleid mit darüber angeordneten Aussichtsfenstern abgeschlossen und durch ein festes Schutzdach mit anschließendem Sonnensegel geschützt.

Die Kommandobrücke befindet sich vor dem Schornstein über dem Promenadendeck. Der Steuerstand ist, mit Rücksicht auf die beschränkte Höhe der Mainbrücken über dem Treppenaufgang zum Promenadendeck versenkt eingebaut und der obere Teil zum Umklappen eingerichtet.

Das Schiff hat ein Flettner-Ruder, das durch eine in Kugellagern laufende Axiometerleitung betätigt wird. Das Ruder hat sich bisher, auch in der schwierigsten Schleusenfahrt auf dem Main, gut bewährt. Die Konstruktion des Schiffes ist aus dem Hauptspant, Abb. 10, ersichtlich; das verwendete Schiffbaumaterial entspricht den Vorschriften des Germanischen Lloyd.

Wegen des geringen Tiefgangs ist das Heck des Schiffes als Tunnelheck, Abb. 11, ausgebildet. Die beiden nach außen schlagenden, vierflügeligen Bronzeschrauben werden von je einer unmittelbar umsteuerbaren sechszylindrigen, kompressorlosen Viertakt-Dieselmaschine der MAN angetrieben, Abb. 12. Die Motoren haben 275 mm Zyl.-Dmr. bei 420 mm Hub und leisten 250 bis 280 PS_e bei 265 bis 300 Uml./min. Die jedem Motor angehängten Kühlwasser-, Lenz- und Schmierölpumpen können durch Verbindungsrohrleitungen gegebenenfalls auf den an-

Abb. 11
Schraubentunnel des Motorschiffes „Freiherr vom Stein“

Abb. 12
Hauptmotor mit Manövrierstand

Abb. 13 bis 16
Ansicht und Deckpläne des Motorschiffes „Beethoven"

deren Motor geschaltet werden. Zwei Einscheibendrucklager, Bauart Chr. Ruthof, übertragen den Schraubenschub auf das Schiff. Die Druckluft zum Anlassen und Umsteuern wird von den beiden angehängten Kompressoren erzeugt und in drei Luftflaschen aufgespeichert, deren Inhalt für je 40 Maschinenmanöver ausreichen soll. Außerdem kann sie noch durch einen Hilfskompressor ergänzt werden, der durch einen zweizylindrigen Zweitakt-Vorkammer-Dieselmotor von 12 PS_e, Bauart Deutz, angetrieben wird.

Für die Beleuchtung des Schiffes und den Betrieb der Hilfsmaschinen dient ein 7,5 kW-Stromerzeuger, der ebenfalls von diesem Hilfsdieselmotor angetrieben wird. Die Abgase der Haupt- und Hilfsdieselmaschinen werden durch die Auspufftöpfe im Schornstein ins Freie geleitet, auch sind die Entlüftungen der Brennstofftanks, der Akkumulatorenbatterie, der Küche und der Aborte bis über das Sonnenschutzdeck hochgeführt. Der obere Teil des S steins ist einziehbar.

An Hilfsmaschinen sind vorhanden: Je eine Au Lenz-, Kühlwasser- und Schmierölpumpe, sowie Brennstoff-Übernahmepumpe. Die Kühlschränke für sen und Getränke im Kühlraum und in der Anrichte den durch eine elektrische AS-Kühlanlage der Brown, Boveri & Cie. A.-G., Mannheim, gekühlt. Akkumulatorenbatterie von 2600 Ah, die mit dem erzeuger selbsttätig geschaltet ist, gestattet jederz Abnahme von elektrischem Strom und die Abgab Spitzenleistungen. Sämtliche Fahrgasträume un Wohnräume der Schiffsbesatzung sind mit Warmw heizung versehen, die durch einen im Maschine untergebrachten Heizkessel betrieben wird.

Der zweite Neubau ist das Motorschiff

„Beethoven",

Abb. 2, das von der Firma Gebr. Sachsenberg, Roßlau, auf deren Filialwerft Köln-Deutz gebaut

Hauptangaben:

Länge über alles	47 m
„ zwischen den Loten . . .	45 „
Breite über Spanten	6,8 „
Seitenhöhe	2,2 „
Tiefgang betriebsfertig	1,1 „
Maschinenleistung	2×260 PS_e
Geschwindigkeit gegen den Strom	16 bis 17 km
„ mit dem „	29 „ 30 „
Zulässige Personenzahl	600 (Sitzplät

Im Gegensatz zum Motorschiff „Freiherr vom ist auf diesem Schiff der hintere Speisesaal versen gebaut; auch reicht das Promenadendeck nicht nach vorn, Abb. 13 bis 16. Die Gesellschaftsräume Platz für 190 Fahrgäste.

Abb. 17
Heckschrauben des Motorschiffes „Beethoven"

ieses Schiff hat ein Balance-
·, das von Hand von der Kom-
ɔbrücke aus mittels in Kugel-
ı laufender Steuerleitung ge-
t wird. Abb. 17 zeigt die
elform und die Schrauben-
, die als Haßsche Leitflächen
den Angaben der Star Contra
eller Co. ausgebildet sind.
ntriebmaschinen sind zwei un-
bar umsteuerbare, kompressor-
sechszylindrige Viertakt-Die-
schinen der Motorenfabrik
, A.-G., Köln-Deutz, eingebaut
en, Abb. 18, die die beiden von
Firma Zeise gelieferten vier-
igen Bronzepropeller antreiben.
haben 280 mm Zyl.-Dmr. bei
m Hub und leisten normal
PS_e, höchstens 288 PS_e; die
zahl beträgt 250 Uml./min.
Schiffe haben Hilfsdiesel-
en gleicher Bauart und die-
Anordnung der Pumpenanlage.
ibrige Einrichtung gleicht im
n und ganzen derjenigen des
rschiffes „Freiherr vom Stein".
[B 675]

Abb. 18. Hauptmotoren und Manövrierstand des Motorschiffes „Beethoven"

Spiegelbeleuchtung

Von *J. Teichmüller*, *Karlsruhe i. B.*

Der günstigste Ort für die zu einer Spiegelbeleuchtung zu verwendende Lampe läßt sich auf der Grundlage von theoretischen und praktischen Annahmen ziemlich eindeutig bestimmen. Das ist in dem folgenden Aufsatz geschehen.

ber die Grundsätze einer guten Spiegelbeleuchtung habe ich mich zum ersten Mal im Jahre 1922 geäußert in einer Beschreibung der Lichttechen Ausstellung in Karlsruhe[1]). Auf dieser Ausstel- hatte ich eine Spiegelbeleuchtung so ausgeführt, daß Besuchern vor allen Dingen der oberste Grundsatz emacht werden konnte: Nicht der Spiegel, sondern der sich spiegelnde Beschauer muß gut beleuchtet sein. Über die Mittel, wie man sich gegen Blendung schützt, hatte ich einige Bemerkungen hinzugefügt.

[1]) ETZ Bd. 43 (1922) S. 610.

Abb. 1
mmung der Spiegelhöhe und des Ortes für die Lampe

Wenn man diese Gedanken strenger durchdenkt, kommt man zu der folgenden Konstruktion, nach der eine Spiegelbeleuchtung auf der Lichttechnischen Ausstellung eingerichtet war, die ich als Teil der Ausstellung „Die neue Wohnung" in Frankfurt a. M. im März und April 1927 veranstaltet hatte. Diese Beleuchtungsweise möchte ich im folgenden beschreiben:

Voraussetzung ist, daß die Beleuchtung von einer einzigen Lampe, die in der mittleren Normalebene des Spiegels liegt, ausgehe. Der Konstruktion zugrunde gelegt werden 160 cm mittlere Augenhöhe eines erwachsenen Menschen und die Annahme, daß der Abstand des Auges vom Spiegel die Hälfte dieses Maßes, also 80 cm, beträgt. Dieser Abstand ist passend, wenn der Beschauer — was ich voraussetzen will — sich in ganzer Größe im Spiegel betrachten will. Weiter wird angenommen, daß man im Spiegel noch die auf eine Höhe von 185 cm erhobene Hand des Beschauers will sehen können. Der Augenbrauenwinkel (Blendungswinkel) wird, wie üblich, zu 30° angenommen. Diese Größen bilden die Grundlage für Abb. 1.

Das Auge des Beschauers befindet sich in A[2]), sein Spiegelbild in A'. Die erhobene Hand befindet sich in B, ihr Spiegelbild in B'. Die Verbindungslinie $\overline{AB'}$ trifft den Spiegel in S_{o1}, der Spiegelrand muß also mindestens bis S_{o1} reichen. Die Höhe des unteren Randes S_u wird bestimmt durch die Verbindungslinie $\overline{AF'}$, wobei F, dessen Spiegelbild F' ist, etwas willkürlich in einem Abstande von 20 cm vor dem Standpunkte des Beschauers gewählt ist.

Über die Linie $\overline{AB'}$ wird ein Winkel von etwa 30° aufgetragen, das gibt über $\overline{AA'}$ einen Winkel von etwa 39°, der auf 40° vergrößert werde. Der freie Schenkel trifft die Wand im Punkt W. In dem schraffierten Raume

[2]) Der Buchstabe A ist im Auge anzunehmen.

Abb. 2
Grundriß zu Abb. 1 nebst Anbringung von Seitenlampen

muß sich der Leuchtpunkt befinden. Der Raum wird begrenzt von den Linien $\overline{AW}$ und $\overline{A'B}$; läge der Leuchtpunkt unterhalb von $\overline{AW}$, so würde das Auge beim Sehen nach der erhobenen Hand durch den Leuchtpunkt selbst geblendet werden, läge er unterhalb von $\overline{A'B}$, so würde das Spiegelbild des Leuchtpunktes blenden. Den für den Leuchtpunkt endgültig zu wählenden Ort findet man folgendermaßen:

Zur Beleuchtung des Beschauers dient der Leuchtpunkt selbst und sein Spiegelbild. Die Beleuchtung wird um so besser, je größer der Lichtstrom ist, der den Beschauer trifft; also muß der Raumwinkel, der vom Leuchtpunkt ausgeht und von der Oberfläche des Beschauers überspannt wird, möglichst groß sein. Für den Leuchtpunkt selbst wäre deshalb der beste Ort in unmittelbarer Nähe des Punktes W, nämlich L_1, nicht aber für sein Spiegelbild L_1'; denn der von L_1' kommende Lichtstrom muß durch die Spiegelfläche treten, ehe er den Beschauer erreichen kann; und von L_1' gelangt kein Strahl auf den Beschauer. Für das Spiegelbild wäre es am besten, wenn man es an den Kreuzungspunkt $\overline{AB'}$ und $\overline{A'W}$, also nach L_2' bringen würde, womit der Leuchtpunkt bei L_2 bestimmt wäre. L_2 ist aber dem Beschauer zu nahe, der genannte Raumwinkel ist zu klein oder — was ungefähr dasselbe bedeutet — die Strahlen fallen zu steil auf den Beschauer. Gegen die Wahl des Leuchtpunktes in L_2 spricht auch die praktische Erwägung, daß man Lampen nicht so nahe am Kopfe zu haben wünscht. Der Leuchtpunkt ist also zwischen L_2 und L_1 zu wählen, und zwar auf der Verbindungsgeraden; denn jeder andere Punkt in dem schraffierten Raume würde für die Beleuchtung ungünstiger sein. Zur endgültigen Bestimmung hilft die praktische, zwar nicht unbedingt, aber doch zweckmäßig zu erfüllende Forderung, daß man die Glühlampe zur Auswechslung noch ohne Hilfsmittel erreichen soll. Wir wählen deshalb 195 cm Höhe des Leuchtpunktes über dem Fußboden. Hierdurch ist der Leuchtpunkt bei L_0 festgelegt.

Wir sehen nun, daß die obere Begrenzung des Spiegels bei S_{01} noch geändert werden kann. Schieben wir die Grenze bis S_{02}, dem Schnittpunkte der Geraden $\overline{AL_0'}$ mit der Spiegelfläche, so haben wir zwei Vorteile erreicht, den einen, daß das Spiegelbild des Beschauers nach oben nicht so eng begrenzt ist, und den zweiten, daß mehr Licht vom Spiegelbilde des Leuchtpunktes auf den Beschauer fällt.

Der Benutzer des Spiegels ist nun noch gege
dung beim Herantreten an den Spiegel zu sc
Hierzu dient eine ebene, gebrochene oder gewölbte
glas- oder Mattglasscheibe nahe am Leuchtpunkt
Abb. 1 und 2 ist eine gebrochene Scheibe gezeich

Die so erreichte Beleuchtung wird nun für
Benutzungen des Spiegels nicht ausreichen, vor
dann nicht, wenn man, wie beim Rasieren, das
besonders deutlich sehen will. Hierfür sind unge
Gesichtshöhe noch je eine Lampe an den Seit
Spiegels anzubringen. Diese Lampen müssen das
unmittelbar beleuchten, deshalb eine unbedingt
dungsfreie Leuchtdichte haben und drittens sel
ständlich den Lichtstrom möglichst gut ausnutze
Erfüllung der dritten Bedingung ist gefährdet,
man die nackte Lampe mit einer streuend durchl
Glocke umgibt oder wenn man Opalglühlampe
wendet; denn dabei geht ein Teil des Lichtstromes
mals durch das trübe Glas. Bringt man dageg
Lampen, in diesem Fall am besten Soffitten- ode
renlampen, wie in Abb. 2 an, so erleidet sowohl d
der Lampe selbst als der von ihrem Spiegelbilde ausg
Lichtstrom nur einmal die Verluste im trüben Gl

Die Lampen können unmittelbar vor dem Spie
seinem linken und rechten Rande, angebracht w
Dann wird aber die Spiegelfläche an dieser wi
Stelle beträchtlich verkleinert. Deshalb ist es
ziehen, besondere Geleuchte neben dem Spiegel an
gen. Diese Wandgeleuchte bestehen aus einem
Spiegelglas in der Ebene des großen Spiegels und
unter 45° gestellten Matt- oder Opalglas. Stellt ma
ein Stück Spiegelglas senkrecht zum ersten, so h
dreimalige Spiegelung der Glühlampen, also da
malige Lampenbild und damit vergrößerte Lichtw
in der Richtung auf den sich Spiegelnden. Die A
gung des zweiten Spiegels unter 30° würde ein
maliges Lampenbild hervorrufen und die Lichtw
weiter steigern. Der Beschauer wird sich dem S
bei dieser Art der Benutzung im allgemeinen er
genähert haben, etwa auf 35 cm, wie es in Abb.
gezeichnet ist.

Vorstehendes sollte nur das Grundsätzliche ü
Spiegelbeleuchtung mitteilen. Es ist selbstverst
daß besondere Umstände besondere Anordnunge
Maßnahmen erfordern. So wird z. B. die Beleu
des Spiegels bei einem Friseur, wo der das Haar Or
eine andre Person ist als der Beschauer, etwas
einzurichten sein. Die Grundgedanken bleiben ab
selben. [B

Berichtigungen

Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, B und Werkstoffprüfung im Leichtbau

Abb. 13, Textblatt 16, des Aufsatzes von H. St
in Nr. 43 dieser Zeitschrift enthält eine Erläuteru
Unterschrift, die folgendermaßen lauten muß: „Die
Kaltbehandlung hervorgerufenen Werkstoffspannung
sen sich durch gelindes Ausglühen beseitigen.“

Der Zusatz, daß auch bestimmte mechanische
behandlungen die Spannungen beseitigen, bezieht si
Schlußfolgerungen aus dem Aufsatz von G. Sachs, Z.
(1927) Nr. 43, insbesondere S. 1512, linke Spalte. [

Das Schätzen des Eigengewichtes von Fachwerkbr

In Z. Bd. 70 (1926) S. 1332 ist in der Mitte der r
Spalte der Wert für das Eigengewicht des Fachwerk
infolge eines Druckfehlers nicht richtig angegeben w

Es muß heißen: $Q = P\,\frac{f\,l}{t - f\,l}$. Entsprechend laut
letzte Gleichung

$$Q = \left(P_v - 9\,\frac{M}{l}\right)\frac{f\,l}{t - f\,l}\,.$$ [N

Cityplan und Hochhäuser in ChiKago

Von Ing. Gustav R. Gehrandt, Chikago-Evanston

Vorgetragen am 31. August 1927 in Chikago vor deutschen Architekten und Ingenieuren[1])

ie planmäßige Ausgestaltung Chikagos namentlich in verkehrstechnischer Hinsicht wird beschrieben. Der Wettbewerb der Hochhäuser untereinander führt bei Umbauten zu Lösungen von bemerkenswerter Kühnheit.

r amerikanische Städtebau hat in seiner Entwicklung einen andern Gang verfolgt als der europäische. Während in Europa die Städte sich um lloß oder eine Kirche herum aufbauten, waren die amerikanischen Städte an den Küsten zunächst Einungshäfen mit einer später sich stark entfaltenden n- und -ausfuhr. In dem Maße, wie das Land immer nd mehr erschlossen und besiedelt wurde, entstan- schneller Reihenfolge Eisenbahnknotenpunkte, von hikago mit seinen 28 einlaufenden Eisenbahnlinien leutendste Beispiel ist.

s schnelle Wachsen der Bevölkerung und die Erung des Landes hatten den größten Einfluß auf die klung der Städte. 1800 belief sich die Einwohner- r Vereinigten Staaten auf rd. 5 Mill. Chikago war ser Zeit eine Niederlassung von einigen wenigen , die unter dem Schutz des Fort Dearborn einen handel mit den Indianern trieben. An der Stelle Forts befindet sich heute ein Wolkenkratzer, desundfläche allein mit 60 000 $ auf 1 m Straßenfront t ist.

ikago entwickelte sich zunächst im Anfang des Jahrhunderts noch sehr langsam. Es wurde 1833 Erst 1840 trat Chikago zum ersten Male bei der ählung mit etwas über 4000 Einwohner auf den Mit dem Einlauf der ersten Eisenbahn in Chikago, kam eine lebhaftere Bewegung in die Entwicklung dt, bereits 1860 waren über 100 000 Einwohner vor- , und heute dürfte sich die Bevölkerung Chikagos rorten auf 4 Mill. belaufen. Die Eisenbahn sicherte achdem sie einmal hier Fuß gefaßt hatte, ganz bele Grundstückflächen, mit deren Besitz sie sofort ößte Grundbesitzerin der Stadt wurde. Hierdurch sie einen großen politischen Einfluß.

nicht zu großer Entfernung von den Toren Chikaießt der Mississippi vorbei, der mit seinen vielen lüssen ein Gebiet durchläuft, das sich sehr bald Korn- und Fleischkammer der Welt entwickeln So entstand hier ein großer Getreide- und Fleisch- mit seinen großen Kornkammern und Viehhöfen. wirtschaftliche Einteilung des Mississippigebietes, h vom Alleghany-Gebirge bis zu den Rocky Mounnd von Kanada bis zum Golf von Mexiko erstreckt, e einen ausgedehnten Eisenbahnbau. Chikago als gebene Mittelpunkt all der vielen Eisenbahnlinien elte sich zum typischen Eisenbahnknotenpunkt. So len hier mitten im Herzen der Stadt große Güterfe, deren Ursprung auf eine Zeit zurückzuführen er Chikago noch eine unbedeutende Provinzstadt war. er schon seit Jahren ist Chikago keine reine Eisendt mehr; wir haben hier eine bedeutende Eisen- und lustrie, Maschinen- und elektrotechnische Industrie größte Zusammenballung von allen möglichen häusern. Ferner ist die Stadt der Knotenpunkt eines rteilungssystems, das von St. Paul bis zu dem ny-Gebirge reicht.

Der „Chikago Plan"

Gesamtbautätigkeit Chikagos steht seit ungefähr en unter dem Einfluß des sogenannten „Chikagoer . Dieser Plan wurde in der Zeit von 1905 bis 1909 auf Kosten des „Commercial Club" von den Architekten Daniel H. Burnham und Edward H. Bennet ausgearbeitet. 1909 wurde dieser Plan der Stadt Chikago als Geschenk überreicht. Die Folge davon war die Ernennung der „Chicago Plan-Commission", deren Aufgabe es war, den Stadtbehörden von Zeit zu Zeit zu empfehlen, welche Teile des Planes ausgeführt werden sollten. Die Vorschläge dieses Planes sind folgende: rd. 320 km Straßenerweiterungen, -verlängerungen und -verbesserungen; vollständiger Umbau der gesamten Einrichtungen für den Personen- und Güterverkehr; Schaffung ausreichender Häfen; Umgestaltung des gesamten Förderwesens nach neuzeitlichen Gesichtspunkten, Park- und Hafenentwicklung längs den Küsten des Michigan-Sees; Bau eines neuen Postamtes auf der Westseite zwischen dem Union- und dem Nordwestbahnhof, wo über 60 vH der gesamten Post Chikagos ankommen; schließlich die Schaffung und Erwerbung eines Waldgürtels, der die gesamte Stadt vom Süden bis zum Norden umgibt. Von diesem Plan ist bereits ein bedeutender Teil fertiggestellt.

Hochbahnviereck „Loop" — Staatsstraßen 1. Ordnung — Eisenbahnen — Hauptstraßen der Stadt

Lageplan Chikagos

Mit der Ausführung des Chikagoer Planes geht der Umbau der Bahnhöfe Hand in Hand. Das Zentrum von Chikago wird durch die Loop (Schleife) umschlossen, d. i. ein Hochbahnviereck (vergl. den Stadtplan), von dem Linien für den Ort-, Nah- und Fernverkehr strahlenförmig ausgehen. Den beiden großen Neubauten des Nordwest- und des Unionbahnhofes an der Westseite der Loop werden ein weiterer an der südwestlichen Ecke und ein anderer an der südöstlichen Ecke folgen.

Angesichts des Umstandes, daß an jedem Arbeitstage Umgehungs- und Durchgangstraßen zu helfen. 1911, bevor

[1]) er Norddeutsche Lloyd hatte in Verbindung mit dem Verbande Architekten- und Ingenieurvereine, dem Bund deutscher en, der Freien deutschen Akademie des Städtebaues und der ng technischer Oberbeamten deutscher Städte zu einer techtudienfahrt nach den Vereinigten Staaten von Amerika auf- Hundert Architekten und Ingenieure nebst fünfzehn Damen m Rufe gefolgt. Dabei war nicht New York, sondern Chikago, rebende Hauptstadt der Mittelstaaten, der sehenswerteste r Reise. Dort hielt auch Herr Gehrandt, ein in Deutschland und in Charlottenburg ausgebildeter Ingenieur, einen Vortrag Entwicklung seiner neuen Heimatstadt und berichtete über nderes Arbeitsgebiet, den Hochhausbau, bei dessen Entwickervorragend mitwirkt.

mehr als 1 Mill. Fußgänger die „Loop“ durcheilen, versucht der Plan, mit Straßenerweiterungen, Doppeldeckstraßen, Umgehungs- und Durchgangsstraßen zu helfen. 1911, bevor die Michigan-Avenue erweitert wurde, fuhren täglich 9800 Fuhrwerke über eine alte Drehbrücke. An ihrer Stelle sieht man heute eine zweistöckige Klappbrücke, die in der gleichen Zeit von 75 000 Fuhrwerken benutzt wird; das bedeutet eine Zunahme von über 750 vH. Mit dieser Brücke wurde auch die erste zweistöckige Straße „Wacker Drive“ ausgeführt. Ebenso wurden an dieser Stelle auf die Vorschläge des Planes hin viele Hochhäuser ausgeführt.

Was die Zunahme der Verkehrsmittel in einer Stadt wie Chikago zu bedeuten hat, wird daraus klar, daß man nach den bisherigen Erfahrungen mit einer Verdoppelung der Fahrzeugzahl in der Loop nach weiteren 10 Jahren zu rechnen haben wird. Um diesen Verkehr zu bewältigen, dürften meiner Meinung nach nur zweistöckige, drei- und vierstöckige Straßen mit dazu gehörigen Untergrundbahnen einen Ausweg bieten, oder aber man läßt das eigentliche Geschäftsviertel sich mehr in die Breite ausdehnen.

Der Chikagoer Plan schlägt ferner die Schaffung von drei Kraftwagen-Gürtelstraßen vor, die die Stadt in drei Halbkreisen von rd. 19, 32 und 64 km Halbmesser umgeben und die die sämtlichen von der Stadt ausstrahlenden Straßen fächerartig verbinden. Ferner sind bereits 1400 ha Waldgürtelfläche erworben und dem Publikum zur Verfügung gestellt.

Der Hochhausbau

Die Wolkenkratzer entstanden aus dem Bestreben heraus, den eigentlichen Geschäftsbezirk der Stadt immer mehr zusammenzudrängen. Die notwendige Folge davon war die Erhöhung der Bodenpreise und eine weitere Vermehrung der Stockwerke der Geschäftshäuser. Das große Publikum verhielt sich zunächst diesen hohen Häusern gegenüber ablehnend; es glaubte, daß derartige Häuser von 55 und mehr Stockwerken in sich zusammenfallen würden oder daß der Wind sie umblasen würde oder die Aufzüge versagen würden u. a. m. Um die Wolkenkratzer volkstümlich zu machen, ging man schließlich so weit, die Geschäftsräume in diesen Häusern dem Publikum mietefrei anzubieten; dieses Mittel schien zu helfen; heute kann sich das amerikanische Publikum eine neuzeitliche Geschäftstadt ohne Wolkenkratzer gar nicht mehr vorstellen.

Dach
22 Stock
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
a b c d e
1927 27. April 1. Mai 19. " 28. " 7. Juni 2. " 9. " 16. " 25. " 7. Juli 9. " 27. " 30. " 7. Aug. 8. " 15. " 20. " 27. " 7. Sept.
RZ 859 Z 1

Abb. 1
Bauzeiten verschiedener Konstruktionsteile beim Neubau der Chikagoer Staatsbank

a Stahlgerüst *b* Schalung *c* Beton *d* Decken *e* Steine

32. Stock
22. St
17. St
Straßen-Oberka
RZ 859 Z 2

Abb. 2
Erhöhung des Roanoke-Hauses vom 17. bis zum 22. Stock und Anbau eines Turmes

Diese Hochhäuser sind in ihrem Bau wie in Betrieb industrielle Unternehmungen, und die dam bundenen Aufgaben müssen dementsprechend gelö den. Man ist natürlich zu jeder Zeit bestrebt gewe Bauzeit der Hochhäuser immer mehr zu verkürzen, Bauherr doch so schnell wie möglich Gewinn aus Unternehmen herausschlagen will. In Abb. 1 si Bauzeiten der Stahlkonstruktion, der Betonieru Decken und der Außenmauern mit Steinverblendu Neubaues der Chikagoer Staatsbank angegeben. dies keine Rekordleistungen sind, so überragen s den Durchschnitt.

In den letzten sieben Jahren sind nun in Chika außerhalb der Loop zahlreiche Hochhäuser gebaut die alle sehr viel eleganter und bequemer als d Häuser in der Loop eingerichtet waren. Um diese lichen Wettbewerb zu begegnen, hat man alte Hoc durch Umbau und Erweiterung den neuzeitlichen nissen angepaßt. Dies hat in einigen Fällen zu s achtlichen Konstruktionsaufgaben geführt.

So haben die Eigentümer des Roanoke-Haus schlossen, ihr siebzehnstöckiges Haus auf 22 Sto zu erhöhen und einen Turm anzubauen. Die Grü waren stark genug für solche zusätzlichen Belas Für den Turm wurde ein Nachbargrundstück er Dieses hatte aber nicht die genügende Grundfläche wurde denn der Turm vom 22. Stockwerk an über ausgeführt, Abb. 2.

Bei der First National Bank handelte es sich deutende Umänderungen, die auch heute noch nic schlossen sind. Als diese Bank, die zu den ältesten der Stadt gehört, vor ungefähr zehn Jahren von Banken überflügelt wurde, beschloß die Leitung, d und das Gebäude von Grund aus nach neuzeitlich sichtspunkten umzugestalten. Durch den Erwerb v dener Gebäude kam die Bank in den Besitz eines blockes, der ungefähr einen halben Straßenblock und von zwei Parallelstraßen östlich und westlich b war. Dieser Häuserblock sollte zu einem einzige vereinigt werden und die beiden Hauptbankhallen in und zweiten Stockwerk sowie das Panzergewölbe in Erdgeschoß von der Dearborn- bis zur Clarkstraße geführt werden. Hierzu kam noch die vollständi fernung der alten Kraft- und Lichtanlage und der einer elektrischen Anlage von 7000 PS, der gänzlic und Neubau der Personen- und Güteraufzüge, Umb Neueinrichtung verschiedener Stockwerke, Anlage zweiten Erdgeschosses und vollständige Neueinr sämtlicher Bankbetriebe.

Eine Hauptbedingung für diesen Umbau bestan daß weder der Bankbetrieb noch die vielen Inhab

äftsräumen mit ihrem Personal und ihrer Kundschaft em täglichen Arbeitsbetrieb gestört werden durften. solchen Umständen war natürlich an eine Höchstg in bezug auf Geschwindigkeit nicht zu denken. heit der Ausführung des gesamten Bauplanes war bedingung.

er Durchbruch der beiden Hauptbankhallen im ersten weiten Geschoß sowie des Panzergewölbes im ersten schoß war bei weitem die schwierigste Aufgabe, da hierbei um eine bedeutende Veränderung der Konion des das Gebäude tragenden Stahlgerippes han- Um diesen Durchbruch auszuführen, war es notg, fünf alte bestehende Säulen von der Gründung bis ritten Stockwerk zu entfernen und die Belastung von arüberliegenden sechzehn Stockwerken gleichzeitig ue Säulen zu übertragen.

Abb. 3 sei das Verfahren, nach dem dieser Säulen- stattfand, erläutert. a_1 und a_2 bezeichnen zwei bede Säulen, von denen a_1 zu entfernen war. Zunächst ein Blechträger b_1 fest mit den beiden alten Säulen tet. Dieser Träger war lang genug, um auch die Säulen c_1 und c_2 aufzunehmen. Doch wurden die Säulen zunächst nur mittels Schrauben mit dem b_1 verbunden. Die neuen Säulen wurden dann im und vierten Stockwerk mit der alten Säule a_1 über Träger b_2 fest durch Nieten verbunden. Der Träger b_1 die neuen Säulen hatten Flächen, die zur Auf- von Hebezeugen mit Druckwasserantrieb und von agkeilen dienten. Nachdem nun die den Kastenblech- b_1 mit den neuen Säulen c_1 und c_2 verbindenden herausgeschlagen waren, wurde mittels der Hebeganz allmählich die Belastung der alten Säule a_1 auf iden neuen Säulen c_1 und c_2 übertragen. Man übersich durch genaue Messungen, daß die Höchstbeg erreicht war, sodann wurden die neuen Säulen fest Nieten mit dem Träger b_1 verbunden und die alte a_1 zwischen dem ersten und dem dritten Stockwerk r Sauerstoffflamme herausgebrannt.

uf diese Weise wurde die Gesamtbelastung von sechStockwerken der alten Säule a_1 auf dem Umweg über iden neuen Säulen c_1 und c_2 durch den Träger b_1 in die alte Gründung übergeführt. Nach diesem aren wurden mit entsprechender Abänderung einiger lheiten sämtliche fünf Säulen durch neue ersetzt, ohne

Abb. 3 Säulenumbau beim Durchbruch der beiden Hauptbankhallen im ersten und zweiten Geschoß sowie des Panzergewölbes im ersten Erdgeschoß der First National Bank

a_1, a_2 bestehende Säulen
b_1, b_2 Blechträger
c_1, c_2 neue Säulen
d_1, d_2 Pratzen mit untergesetzten Hebezeugen und Keilbeilagen

daß die Tausende von Personen, die dieses Gebäude täglich besuchten, auch nur eine Ahnung von den bedeutenden Umänderungen im Aufbau des Hauses hatten.

Aus den angeführten Beispielen läßt sich erkennen, daß die Entwicklung des Hochhausbaues immer mehr zu den allergrößten Abmessungen führt. Man muß sich in der Tat verwundert fragen, wie und wann wir endlich einmal zu einem Haltepunkt kommen werden. Es ist meiner Meinung nach zweifelhaft, ob es richtig ist, große Menschenmengen auf so engen Grundflächen zusammenzubringen. Häuser von 30 Stockwerken sind hoch genug.

Zum Schluß sei noch kurz folgendes erwähnt. Chikago ist auch Mittelpunkt eines großen Stromverteilungssystems. Im Süden der Stadt ist vor kurzem mit dem Bau eines Kraftwerkes begonnen worden, das fünf Dampfturbineneinheiten von je 200 000 kW, also eine Gesamtleistung von 1 Mill. kW, erhalten wird. [B 859]

ochdruckanlage des Großkraftwerkes Mannheim

s erstes öffentliches Elektrizitätswerk Europas hat as Großkraftwerk Mannheim entschlossen, seine Erıng mit einem Dampfdruck von 100 at bei einer Temr von rd. 470 ° an den Kesseln durchzuführen. Zur llung kommen zunächst zwei Kessel für je 60 bis Dampfleistung bei 200 ° Speisewassertemperatur. Die haben die übliche Steilrohrbauart, also keine der für druckanlagen vorgeschlagenen Sonderbauarten, deren rung im praktischen Betriebe sich zur Zeit der Beg noch nicht genügend übersehen ließ. Die Kessel mit Speisewasservorwärmern und Lufterhitzern, die ft auf rd. 300 ° erwärmen, ausgerüstet. Die Kohlenuerungen werden aus einer gemeinsamen Mahlanlage gt. Die Brennkammern werden nicht vollständig mit ausgekleidet, damit im Hinblick auf den zur Verıg kommenden mageren Brennstoff auch bei Teilng noch eine gute Zündung gewährleistet ist. Der essel erhält eine Brennkammer nach der Bauart der -Scheidungs-Gesellschaft und wird im übrigen von nomag gebaut, der andere Kessel eine AEG-Brennr und wird von Humboldt gebaut.

s Speisewasser wird im Regenerativverfahren auf rwärmt. In der oberen Temperaturstufe ist ein Verngs-Speisewasserspeicher, der von der Kraftanlagen- Heidelberg, geliefert wird, eingeschaltet. Dieser geohne Veränderung der Feuerführung die abgegebene ıg um rd. 15 vH zu erhöhen.

Die Turbinenanlage für den Dampfdruck von 100 at wird als reine Vorschaltanlage ausgebildet, indem die Maschinen ihren Abdampf in die vorhandene 20 at-Anlage abgeben. Da die Temperatur des Abdampfes für den Betrieb zu niedrig ist, sowohl im Hinblick auf die Dampffeuchtigkeit in den letzten Stufen der Hauptturbine, als auch wegen des Parallelarbeitens mit der 20 at-Kesselanlage, die Dampf von 350 ° liefert, so ist Zwischenüberhitzung notwendig. Diese erfolgt in zwei Stufen, zunächst durch kondensierenden Frischdampf und dann durch strömenden Frischdampf. Die Temperatur des Dampfes beim Eintritt in die Turbinen geht hierbei auf 425 bis 430 ° herab. Die Turbinen, die von der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Mannheim, geliefert werden, sind für Anfangstemperaturen bis zu 450 ° gebaut. Diese Turbinen haben etwas verschiedene Leistungen erhalten, zum Teil im Hinblick darauf, daß eine von ihnen mit einem vorhandenen Phasenschieber gekuppelt werden soll. Die eine Maschinengruppe hat 50 bis 70 t/h Schluckfähigkeit mit dem höchsten Wirkungsgrad bei 50 t/h, die andere 65 bis 85 t/h mit dem besten Wirkungsgrad bei 65 t/h. Ein besonderer Regenerativzylinder dient zur Speisewasservorwärmung in zwei Stufen mit 4,5 und 9,5 at.

Das Zusatz-Speisewasser wird in mehrstufigen Verdampfern, die mit dem Abdampf der Speisepumpen betrieben werden, aufbereitet. Diese werden zum Teil mit Dampfturbinen, zum Teil elektrisch angetrieben. Zwei davon werden von Klein, Schanzlin & Becker, die beiden anderen von Gebr. Sulzer geliefert. Die Anlage soll im Sommer 1928 in Betrieb kommen. [N 836] F. Marguerre

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Gießerei

Internationaler Gießereikongreß in Paris

Unter der Leitung des Vorsitzenden des Vereins französischer Gießereifachleute, Léon Thomas, wurde in den Tagen vom 7. bis 10. September im Ausstellungspark der Stadt Paris der diesjährige internationale Gießereikongreß abgehalten, zu dem über 2000 Fachleute aus fast sämtlichen westeuropäischen Staaten erschienen waren. Allein aus Deutschland hatten sich etwa 160 Fachleute eingefunden. Sie wurden von den französischen Fachgenossen sehr freundlich aufgenommen. Man bemühte sich, auch durch gesellschaftliche Veranstaltungen, an denen die miterschienenen Damen teilnahmen, den Gästen den Aufenthalt in Paris so angenehm wie möglich zu machen. Mit dem Kongreß war eine Gießereifachausstellung verbunden, über die ein besonderer Bericht folgt.

Die Verhandlungen

Nach der Begrüßung der Kongreßteilnehmer durch Léon Thomas brachte M. Rospy, der Präsident des internationalen Gießereiausschusses, in längeren Ausführungen den Dank der Erschienenen gegenüber den Veranstaltern des Kongresses zum Ausdruck. Anschließend begrüßte M. Jupeau, Generalinspekteur für das technische Unterrichtswesen, namens des französischen Unterrichtsministeriums die Versammlung. Im Verlauf der Tagung wurden eine große Anzahl wissenschaftlicher Vorträge von bekannten Fachleuten der verschiedenen Nationen sämtlich in französischer Sprache gehalten, auf deren Inhalt im folgenden kurz eingegangen werden soll.

Als erster sprach H. Magdalenat von der Société des Usines de Rosières, zweiter Vorsitzender des französischen Gießereifachvereins, über Mechanisierung des Gießereibetriebes. Ausgehend von der großen Bedeutung, die dem gelernten Former auch bei der maschinellen Herstellung der Formen beizumessen ist, und der Notwendigkeit, stets für einen gut ausgebildeten Formernachwuchs zu sorgen, spricht er des Näheren über die Bandarbeit, die Formmaschinen, die mechanische Sandaufbereitung usw. und weist darauf hin, daß vor Einführung kostspieliger Maschinen- und Förderanlagen genau zu überlegen sei, ob sich das dafür aufgewandte Kapital auch verzinse. Man solle sich durch die amerikanischen Erfolge nicht den Blick für das in Europa Wirtschaftliche trüben lassen: die Verhältnisse lägen hier eben ganz anders als drüben. Es müßte vorerst eine viel weiter gehende Normalisierung der Gußteile und eine größere Spezialisierung der einzelnen Gießereien eingetreten sein, bevor man zur Bandarbeit übergehen könne. Man solle der französischen Industrie lieber tüchtige Männer als Maschinen wünschen, immerhin müsse man sich aber doch zur Normalisierung entschließen, die der Mechanisierung voranzugehen habe.

Es folgte ein Vortrag von Giulio Sirowich, Professor an der Kgl. Ingenieurschule Rom, über Untersuchungen und Eigenschaften der Gießereisande. Nach einleitenden Ausführungen über die einzelnen Bestandteile der Formsande werden als Grundforderungen für grüne Formsande — nur diese werden behandelt — Feuerbeständigkeit, Durchlässigkeit und Festigkeit aufgestellt und die Verfahren angegeben, mit denen die Feststellung dieser Eigenschaften möglich ist. Sie sind im allgemeinen in Deutschland bereits bekannt[1]). Die Ergebnisse der verschiedenen Versuchsreihen waren in einer großen Zahl von Tafeln, Kurven und Mikrophotographien niedergelegt. Auch synthetischer Formsand wurde in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Zum Schluß werden die Ergebnisse zusammengefaßt in den Bemerkungen, daß die heutigen Versuchsverfahren eine genaue Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Formsande zu vermitteln vermögen und daß sie die Herstellung eines synthetischen Formsandes nicht nur ermöglichen, sondern auch in allen den Fällen empfehlenswert machen, wo Sand in einer Zusammensetzung, wie sie das Gießen einwandfreier Stücke verlangt, nicht zur Verfügung steht.

Professor Girardet, Saint-Dié, behandelte die einfachen und raschen Verfahren zur Prüfung der mechanischen Eigenschaften und des Gefüges von Gußstücken. Nachdem der Vortragende auf die Notwendigkeit einer dauernden Überwachung der Gußerzeugnisse als Voraussetzung für die gleich Güte der Lieferungen einer Gießerei hingewiesen machte er Mitteilungen über die von ihm benu Prüfverfahren. Nachdem die Stücke zunächst lich auf einwandfreies Aussehen und richtige Abn gen untersucht sind, erfolgt unter Verwendung ang ner Probestäbe zunächst die Prüfung auf Scherfest Brinellhärte und Stoßwiderstand. Eine notwendi gänzung zu diesen Versuchen bilden mikroskopische G untersuchungen. Sämtliche Untersuchungsergebnisse den laufend in vorgedruckte Tabellen eingetragen. I nutzten Probestäbchen sind 15 mm lang bei 5,65 mm

J. T. Goodwin, der Vorsitzende der englischen gruppe erläuterte die Verwendung von k gem Grauguß vom Standpunkt des Gießers geseh

Dr. Schütz, Leipzig, sprach als Vertreter de schen Gießereitechnik über das Graphiteutekt im Grauguß. In eingehenden Ausführungen u der Hand vieler Schliffbilder, Zustandsdiagramm Kurven berichtete er von seinen langjährigen Ver und Erfahrungen über die Beeinflussung des Gußei füges durch den Graphit. Als deren Ergebnis wird stellt, daß man mittels Ausscheidung des Kohlenst feinem eutektischem Zustand eine bedeutende Verbes des Gußeisens erhält, daß aber die Gießereitechnik manche Aufgabe zu lösen hat, bis auf diesem We höchste Grad der Verbesserung dieses Werkstoffs erzi In absehbarer Zeit wird man einen Grauguß her können, dessen metallisches Gefüge genau so wie d Stahls beeinflußt werden könne[2]).

Die amerikanische Fachgruppe war durch den lurgen der Westinghouse Electric Mfg. Co., Pit J. L. Jones vertreten, der das Thema Einfluß Stahlzusätzen im Hochofen auf die Ei schaften der Masseln behandelte. Als Vorzü sich aus dem Zusatz von Stahlschrot beim Hochofen ergeben, wurden genannt: eine Verringerung des Ko brauchs um etwa 30 vH, eine Vergrößerung der erzeugung von 60 vH und eine Erhöhung des Heiz der Gichtgase; diesen stehen die Nachteile gegenüb sich ergeben aus den Störungen, die durch die Beim gen der Sonderstähle und ihre Oxydation ent und der Ungleichmäßigkeit des Ofenerzeugnisses. A letztgenannten Grunde tritt besonders bei großen stücken aus solchem Roheisen vielfach die Neigun Entstehen von Rissen auf. Daher gehen die Gieß der Vereinigten Staaten von Amerika in zunehmendem dazu über, die Gußstücke auszuglühen, um die Spann zu beseitigen.

Um die bestehenden Schwierigkeiten zu beheben, den Vereinigten Staaten von Amerika eine Arbeitsg schaft von Hochofenwerken mit zwei Unterausschüss Vereins amerikanischer Gießereifachleute gebildet w

Der Vertreter des französischen Marineminist Chefingenieur Le Thomas legte zusammen mit manski einen Bericht über ein eigenart Beispiel von Wärmebehandlung des eisens vor. Es handelte sich um eine massive Guf welle von 2000 mm Länge, 560 mm Dmr. mit auf 8 verstärkten Flanschen, die zum Auswuchten von Tur wellen für einen Kreuzer verwendet werden sollte. Welle wurde stehend in Lehmform gegossen. Unte Gewicht der flüssigen Eisenmasse hatte die Form nachgegeben, so daß ein Teil des Eisens ausfloß, der Zugießen wieder ersetzt wurde. Nach der Erstarrung sich drei Zonen im Querschnitt gebildet: eine äuße der Formwand erstarrte, eine innere, später erstarrt eine diese beiden trennende Grenzzone. Obwohl das sämtlicher Zonen aus derselben Schmelzung herrührte die Struktur im erstarrten Stück sehr verschieden. zeigte das Schliffbild Graphit, Perlit und Ferrit, ei perlitisches Gefüge lag nicht vor, innen waren Gr Perlit in großen Lamellen und Phosphideutektikum z kennen; nur hier zeigte sich ein kennzeichnendes l gefüge, allerdings muß es wegen der Großblättrigke schlecht bezeichnet werden. Der erste Guß war stabi zweite metastabil erstarrt; denn im ersten Falle ha es sich um schnelle, im zweiten um langsame Abkül daher auch die groben Perlitblätter, während der Gefü bau der Randzone durch das Wiederanwärmen der bere

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 543.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 582.

Außenteile durch das nachgegossene flüssige Eisen
iren ist. Das Beispiel zeigt, daß die Eigenschaften
itgusses durch Wärmebeeinflussung nach der Erstar-
nz erheblich verändert werden können.

Thomas machte weiter Mitteilungen über das
chtungsbureau einer Gießerei, in
r die Organisation der Gießerei der französischen
arine zu Indret bekanntgab, durch die höchste
aftlichkeit bei bestem Gußerzeugnis und genauer
ng der Liefertermine erreicht wurde.

Tocheport, Gießereileiter der Société de Con-
ns Métalliques, Dax, behandelte die Gießerei-
lation, wobei er auf Grund der bei seiner Firma
leten zahlreichen Vordrucke ein zweckmäßiges Kal-
sverfahren für eine Gießerei entwickelte, die sich
Herstellung von kleineren und mittleren Gußstücken,
guß und Eisenbahnkleinguß befaßt.

Gautard, technischer Leiter der Fonderies de
ris à la Courneuve (Seine) behandelte das Zer-
ern schwerer Schrotstücke, wie es bei
Gießerei vorgenommen wird. Die Stücke zerteilt
schinell mittels Hand- und Exzenterbrecher, wobei
zwei Stützen aufgelegt werden. Die Brecher wurden
iemen oder Elektromotoren angetrieben. Für größere
werden Fallwerke benutzt; erforderlichenfalls sind sie
em an einer Laufkatze aufgehängten Hubmagneten
stet, um die Stücke bequem unter den Fallbären brin-
die zerbrochenen wieder fortschaffen zu können. Die
e ist etwas in die Hüttensohle versenkt angeordnet,
Umherfliegen der Bruchstücke zu vermeiden. Bei
die unter 150 mm liegen, wendet man das autogene
eiden mittels Azetylen-Sauerstoffbrenners oder das
hmelzen mittels verdichteten Sauerstoffes an.
ie Spannungen, die infolge einseitiger Erhitzung
iles gehärteten Werkstoffes entstehen, während der
alt gehalten wird, können zum Bruch des Stückes
z. B. bei gehärteten Stahlwalzen großer Abmessun-

z große Stücke zertrümmert man durch Sprengen
siger Luft, Dynamit usw. in Gruben, die zum Schutz
gebung ausbetoniert sind und durch armierte Beton-
abgedeckt werden. Genaue Wirtschaftlichkeitsbe-
gen ermöglichten den Vergleich der bei den ein-
Verfahren entstehenden Kosten. Sie sind naturge-
n örtlichen Verhältnissen abhängig.

Portevin, Professor an der höheren Gießerei-
le Paris, sprach über die Untersuchung des
eaufbaues der Nichteisenlegierungen
ire Anwendung in der Gießerei. Aus-
von der Entstehung des Gefüges beim Erkalten und
ptkennzeichen seines Aussehens wies er darauf hin,
Metallegierungen im Gegensatz zu den Eisenlegie-
hinsichtlich des makroskopischen und mikroskopi-
efügebildes keinen Unterschied zeigten. Bei den
en Stücken aus diesen Stoffen genügt die Unter-
mit bloßem Auge, bei gewalzten oder geschmie-
üsse dagegen Lupe oder Mikroskop zu Hilfe ge-
werden. Maßgebend für die Beurteilung seien
e des Kornes und die Menge der Körner auf die
inheit sowie ihre Form und ihre allgemeine An-

Hauptpunkte, durch die die Kristallisation und in-
en auch das Gefüge des Metallgusses beeinflußt
seien: die Bewegung der flüssigen Schmelze wäh-
Erstarrung, die Geschwindigkeit der Abkühlung,
rlichen Eigenschaften der Legierungsmetalle und
eraturverlauf von der Gießtemperatur bis zur Er-
Im einzelnen werden diese Einflüsse näher be-
und hieraus die entsprechenden Ergebnisse für den
en Metallgießer gezogen.

uftrage des tschechoslowakischen Fachvereins hielt
k, Professor der Technischen Hochschule Brünn,
rtrag über das Prüfen von Grauguß. An
l von ausgiebigen Tafel-, Schaubild- und Skizzen-
n wurden die Ergebnisse zahlreicher und vielsei-
tigkeitsversuche kritisch betrachtet und ihre Bezie-
ueinander dahin zusammengefaßt, daß sich Zug-
durch Scherversuche ersetzen lassen. Durch sie
n Mittelwerte, die am Gußstück selbst gewonnen
hängig von den mancherlei Zufälligkeiten sind,
ich bei Zugversuchen nicht immer ganz vermeiden
Ferner erscheinen dem Redner unter den verschie-
bestäben zur Feststellung der Biegefestigkeit, durch
esten die Elastizität des gegossenen Werkstoffes
t werden kann, der deutsche und der amerika-
zweckmäßigsten. Er zieht den amerikanischen
dieser wegen seiner geringeren Länge homo-
als der etwa doppelt so lange deutsche Stab.
Man könne die Brinellprobe zwar als Maßstab für die Homo-
genität eines Stückes wohl gut verwenden, nicht aber als
Mittel zur Berechnung der Zugfestigkeit.

Durch alle diese Versuche erhält man aber leider keinen
Aufschluß über die inneren Spannungsverhältnisse der Guß-
stücke. Ein solcher läßt sich nur durch technologische Un-
tersuchungen gewinnen, die sich der Art der Stücke jeweils
anpassen müßten. Am einfachsten sind Schlagversuche,
denen die ganzen Stücke oder Teile von ihnen zu unter-
werfen sind, indem jedes Stück eine bestimmte Anzahl von
Schlägen bestimmter Stärke aushalten muß.

P. Hermann und Frl. H. Henguin, Ingenieure
der Waffenfabrik Herstal-Cey-Liège, legten namens des bel-
gischen Fachvereins ihre Arbeit über einige Unter-
suchungsmethoden und Eigenschaften ver-
schiedener Graugußarten vor. Behandelt wer-
den: Brinellversuche, Zerreißversuche, Scherversuche, Biege-
versuche, Druckversuche, Kerbschlagversuche und Gefüge-
untersuchungen. An einer großen Anzahl von Schliff-
bildern, Kurvenblättern und Zahlentafeln werden dann die
Versuchsergebnisse erörtert. Auch die Einflüsse der Wärme-
behandlung auf die mechanischen Eigenschaften des Guß-
eisens werden behandelt. Zusammenfassend wird zum Schluß
als Ergebnis der Versuchsreihen festgestellt, daß die Härte
durch den Perlitgehalt und seine Verteilung in höherem
Grade beeinflußt wird, als durch das Graphitnetz, die mikro-
graphische Untersuchung ein sicheres Verfahren darstellt,
um die Temperaturentwicklung beim Herstellen des Gusses
zu erkennen und damit Schlüsse auf seine mechanischen
Eigenschaften zu ziehen, daß die chemische Analyse ein
Vorausbestimmen dieser Eigenschaften nicht gestattet, wohl
aber eine wertvolle Ergänzung der mikrophotographischen
Bilder darstellt, daß der Kerbschlagversuch schließlich die
sicherste Auskunft über die Festigkeitsverhältnisse gibt und
zur genauen Prüfung eines Gußstückes die Untersuchung
sich gleichzeitig auf Härte, Kleingefüge, chemische Zusam-
mensetzung und Kerbschlagfestigkeit zu erstrecken hat.

R. Lemoine, Professor an der Höheren Gießerei-
schule Paris, behandelte die Anwendung des Elek-
troofens in der Graugießerei und die
Duplex-Verfahren. Als Vorteile des Elektroofens
werden angeführt: die Möglichkeit, eine bestimmte che-
mische Zusammensetzung der Schmelze zu erreichen, was
im Kuppelofen mit Sicherheit nicht möglich ist, das Er-
reichen einer Gießtemperatur, die dem jeweiligen Bedürfnis
entspricht, und die Entschweflung, die beliebig weit getrie-
ben werden kann bis auf Spuren dieses Elements. Die Wirt-
schaftlichkeit hängt vom Strompreis ab, wobei allerdings
auch die besondere Güte der Erzeugnisse, die einen höheren
Verkaufspreis erzielen läßt, mit in Betracht zu ziehen ist.

Weiter wird das Aufkohlen von Stahleinsätzen kleiner
Abmessungen mittels Koks oder Anthrazit im Elektroofen
behandelt, wodurch ein Guß mit einem Höchstkohlenstoff-
gehalt von 2 vH erreichbar ist. Dies Verfahren erscheint
für Frankreich unter entsprechenden Strompreisverhält-
nissen deshalb wirtschaftlich, weil Stahlabfälle nur etwa
ein Drittel so teuer sind wie Gießereiroheisensorten.

Beim Duplex-Verfahren wird das Eisen zunächst in
einem Kuppelofen bei möglichst hoher Temperatur geschmol-
zen, wobei man bereits nach dem gewünschten Kohlenstoff-
gehalt des Gußstückes streben sollte. Da die Schmelze
in dem Elektroofen entschwefelt wird, kann man im Kuppel-
ofen ohne weiteres schwefelhaltigen Koks, z. B. den von
den Gasanstalten gelieferten billigen, verwenden. Die
Schmelze wird in den Elektroofen gegeben, wo man durch
entsprechende Zusätze dem Eisen die gewünschte Zusam-
mensetzung gibt und es auf die erforderliche Gießtempe-
ratur bringt. Der Stromverbrauch hängt von den Cha-
rakteristiken des Ofens und von der Führung der Schmel-
zung ab, er kann, bezogen auf das Enderzeugnis, 300 kWh/t
erreichen, während es unter gewissen Umständen gelungen
ist, mit 150 bis 180 kWh/t auszukommen. Die mitgeteilte
Wirtschaftlichkeitsberechnung fällt zugunsten des Duplex-
Verfahrens aus.

Der zweite Teil des Vortrages beschäftigt sich mit der
Herstellung von Sondergußeisensorten im Elektroofen nach
dem Duplex-Verfahren. Es kommen in Frage: Gußeisen
sehr hoher Festigkeit, schmiedbarer Guß mit weißem und
schwarzem Kern, andre Spezialgußsorten und Stahlguß.

Bei der vielseitigen Verwendbarkeit des Elektroofens
und der Möglichkeit, mit ihm ohne Schwierigkeit Eisen-
legierungen beliebiger Zusammensetzung zu erschmelzen,
wird seine Benutzung besonders dann, selbst bei höheren
Strompreisen, noch für wirtschaftlich gehalten, wenn es
sich um hochwertigen Guß handelt und wenn nach dem
Duplex-Verfahren gearbeitet wird.

A. Lévi, Direktor der Schmieden und Gießereien
St. Nicolas, Révin, sprach über die erblichen Eigen-

schaften des Gußeisens. Hierunter wird die Tatsache verstanden, daß es gewisse dem Gußeisen eigentümliche Eigenschaften gibt, die es bei einer oder mehreren Schmelzungen beibehält und die von seiner chemischen Zusammensetzung unabhängig sind. Als Ergebnis wird in längeren Ausführungen festgestellt, daß die Festigkeit des Gußeisens vor allem von der Größe und der Verteilung der Graphitlamellen über den Querschnitt abhängig ist und hierauf die erblichen Eigenschaften des Gußeisens beruhen.

F. Renaud erörterte den Einfluß des Aluminiumoxyds auf den Guß von Aluminium. Nach einigen allgemeinen Betrachtungen über den Umstand, daß sich gegossenes Aluminium mit einer feinen Oxydschicht bedeckt, die er als innere Oxydation bezeichnet gegenüber einer äußeren, die dadurch entsteht, daß Teile dieser Oxydationsschicht beim Gießen mit in die inneren Teile des Gußstücks gespült werden, geht der Redner näher auf diese Erscheinung ein. Als Hauptmittel zu ihrer Verhütung werden mehrere Arten von Eingüssen und Eingußverfahren bekanntgegeben, wobei eine Reihe von Skizzen zum Verständnis der Ausführungen herangezogen ist. Zusätze zur Auflösung dieser Oxydteile in der Schmelze zu geben, kann nicht empfohlen werden, da sie in ihren Auswirkungen den Guß ihrerseits wieder nachteilig beeinflussen, vielmehr soll man die Ursachen, die zur Oxydation führen, durch geeignete Formgebung der Gußstücke, zweckmäßige Anordnung der Eingüsse und Steiger, richtige Gießtemperatur und Gießgeschwindigkeit und Beeinflussen der Abkühlung zu verhindern trachten. Die Betrachtungen erstrecken sich auf eine Aluminiumlegierung mit 92 vH Al.

In einem zweiten Vortrage behandelte P. Lemoine den Elektroguß von Kupferlegierungen. Die in Frage kommenden Elektroöfen werden kritisch beschrieben, und zwar zunächst die mit Tiegel: Fitzgerald (1905), Baily (1914), Hoskins (1916), Helberger, Morgan. Sie kommen nach Ansicht des Redners für industrielle Metallgußzwecke nicht in Betracht, weil hochwertige Legierungen sich ebensogut in Elektroherdöfen schmelzen lassen und die Tiegel leicht zu Bruch gehen, außerdem teuer sind, so daß sie die Schmelzkosten erhöhen. Die Herdöfen werden in Widerstand-Strahlungsöfen, Lichtbogenöfen und Induktionsöfen eingeteilt. Von den Widerstandöfen wird auf die von Hoskins (1914), Baily, General Electric Co. und Rennerfelt eingegangen, von den Lichtbogenöfen auf den einfachen Ofen mit unmittelbarem Lichtbogen, der bisher nur zum Schmelzen von Monelmetall gebraucht wurde, und auf die mit mittelbarem Lichtbogen von Stassano in fester und kippbarer Ausführung, über die Ergebnisse von Schmelzversuchen mit den verschiedensten Kupferlegierungen mitgeteilt werden. Eine verbesserte Form des kippbaren Stassano-Ofens ist der Detroit-Ofen, von dem gleichfalls Versuchsergebnisse vorgelegt werden. Als Vertreter der Induktions- und Niederfrequenzöfen behandelt der Vortragende den Ajax-Wyatt-Ofen und berichtet über Schmelzversuche an einem solchen Ofen. Schließlich weist er noch kurz auf die Hoch- und Mittelfrequenz- und die Drehstromöfen hin.

Zusammenfassend wird festgestellt, daß zum Schmelzen von Kupferlegierungen in erster Linie nur die kippbaren Lichtbogenöfen verwendet werden sollten. Bei großen Metallgießereien mit ununterbrochenem Schmelzbetrieb leisten auch die Niederfrequenz-Induktionsöfen gute Dienste.

Als letzter Redner sprach noch einmal Le Thomas, und zwar über einige Eigenschaften von Sonderlegierungen mit Nickel und Mangan. Er gab Versuche bekannt, die in den staatlichen Marinewerkstätten von Indret mit diesen Rohstoffen angestellt worden sind, und zwar mit dem Zweck, festzustellen, wie sich die mechanischen Eigenschaften bis zu einer Temperatur von 500 ° veränderten. Zahlentafeln, Gefügebilder und Kurvenblätter ergänzen die gemachten Ausführungen. Auf die Bedeutung der Desoxydation für die Güte der Legierungen wird besonders hingewiesen, namentlich die große Widerstandfähigkeit der Sonderlegierungen mit starkem Gehalt an Nickel und Mangan gegen Anfressung hervorgehoben. Selbst bei Temperaturen bis 400 ° zeigen sie keine Anfressungserscheinungen.

An den vier Kongreßtagen war außer bei den Vorträgen anschließend an das gemeinsame Frühstück, das nach Sondergruppen getrennt in drei Sälen stattfand, Gelegenheit zu fachwissenschaftlicher Unterhaltung geboten. Außerdem hielten die Vertreter der einzelnen Nationen kurze Sondersitzungen ab, die in erster Linie der allgemeinen Unterrichtung über die Veranstaltungen des Kongresses dienten.

Am letzten Tage wurde die offizielle Sitzung der Internationalen Kommission der Gießereifachvereine unter Vorsitz ihres bisherigen Präsidenten Rospy abgehalten. Als sein Nachfolger für das kommende Jahr wurde Dr.-Ing. S. Werner, Düsseldorf, gewählt. Als nächster Tagungsort für den internationalen Gießereikongreß wurd
lona bestimmt, wo im April 1928 getagt werden s

Den Schluß des Kongresses bildete ein offiziel
bankett im Hôtel Palais d'Orsay unter dem Vorsitz
terrichtsministers Edouard Herriot, der in e
allen Teilnehmern mit größtem Beifall aufgenomm
sprache besonders betonte, wie sehr er es begrüße, d
die Vereinigung von Männern der Wissenschaft un
der verschiedenen Nationen zur Erörterung von bed
Fragen ihrer Fachgebiete das wirtschaftliche Band
Kulturvölker miteinander verbinde, immer fester
gen werde.

Besichtigungen

Die Großindustrieunternehmungen von Paris
gebung hatten den Kongreßteilnehmern Gelegenhei
sichtigung ihrer Gießereien gegeben, die rege a
wurde. Es kamen etwa 20 Unternehmungen in Fra
denen die Gießereimaschinenfabrik Ph. Bonvil
E. Ronceray, Choisy-le-Roi, und das Ci
Werk, die weltbekannte Kraftwagenfabrik, mit il
neu nach amerikanischem Vorbild erbauten Gie
Clichy wohl den stärksten Besuch aufzuweisen
Über die letztere, die ganz auf Fließarbeit einge
wird in dieser Zeitschrift demnächst besonders
werden.

Etwa 120 Teilnehmer fanden sich im Anschluß
Kongreß dann noch zu einer sehr aufschlußreichen
gen Studienreise zur Besichtigung einiger nordfran
Gießereien zusammen. Es wurden besucht: Die We
und Wohlfahrtseinrichtungen des durch den großen
und Menschenfreund Godin 1846 gegründeten U
mens Le Familistère, Guise, das sich in erster Lini
Herstellung von Heizvorrichtungen aller Art be
Unternehmen der Hauts-Fourneaux, Forges et
Denain et Anzin, Denain bei Valenciennes, wo
Hochofenwerk, Thomaswerk, Martinwerk, die W
und Gießereien der Firma befinden. Sie wurden i
fast ganz zerstört und sind auf Reparationskonto w
errichtet worden. Am gleichen Ort die Werke de
Française de Constructions Méchaniques, seit 18
folgerin der Société Cail, deren Gründung auf das J
zurückgeht. Die Firma befaßt sich mit dem Bau v
motiven, Eisenbahn-Güter- und Personenwagen, I
struktionen, Kranen und Einrichtungen für Zucker
Auch dieses Werk wurde nach dem Kriege neu a
und eingerichtet.

Der letzte Tag galt dem Besuch von Lille, wo
gesellschaft zunächst durch den Vorsitzenden des
ellenverbandes von Nordfrankreich in dem Lesesaal
einsgebäudes begrüßt wurde. Er gab eine kurze
über die Schicksale dieses Industriebezirks in de
Jahrzehnten und schilderte die Bemühungen für sei
deraufbau nach dem Kriege.

Mit einer Kraftwagenfahrt durch das nähere I
gebiet der Stadt wurde die Besichtigung der We
von Fives-Lille verbunden. Namentlich die Modell
und die große Stahlgießerei zeichneten sich dur
und neuzeitliche Anordnung der Gebäude und Einri
ganz besonders aus.

Ein gemeinschaftliches Mittagessen bildete de
der Reise. Im Anschluß daran reisten die Teilnehm
in ihre Heimat zurück; wohl ausnahmslos nahmen
besten Eindruck sowohl von dem Kongreß als auch
Studienreise mit nach Hause. [N 907]

Hamburg I

Elektrische Bahnen

Elektrische Zugförderung bei der Great Northern-Eisenb

Auf dem zwar kurzen (39 km), aber durch seine
schwierigen Betriebsbedingungen bedeutsamen
abschnitt nahe dem Kaskadengebirge der Great
Eisenbahn werden neuartige Umformerlokomotiven
bei denen der mit 11 000 V und 25 Per./s zugeführ
selstrom in Gleichstrom zum Speisen der Trie
umgewandelt wird. Diese Strecke der Great
Eisenbahn hat ihren schwierigsten Abschnitt bei d
querung des scharfgeschnittenen Kaskadengebirges
zu überwinden.

Diese nur eingleisig ausgeführte Strecke beda
der sehr ungünstigen klimatischen Verhältnisse in
ausgedehnter und kostspieliger Schneeschutz-Kun
Der Kamm des Gebirges wird von dem 4,5 km lan
kadentunnel in 1000 m Höhe über dem Meere dur
ten. Dieser hat 17 vT mittlere Steigung und wurd
der außerordentlichen Schwierigkeiten des Dampf
bereits im Jahre 1909 auf elektrischen Betrieb u
und zwar mit Drehstrom von 6600 V bei 25 Per./s

wohl Störungen nicht auftraten, erwies sich der Be-
ıit seinen hohen Kosten als unwirtschaftlich. Hinzu
daß die Steilrampe auf der Seite, auf der sich bis-
er Verkehr mit Dampflokomotiven abwickelte, mit
eingleisigen Betrieb nicht mehr genügte. Hier be-
sich eine 35 km lange Dauersteigung von 22 vT,
leich zahlreiche scharfe Krümmungen aufweist. Für
örderung eines Zuges von 2500 t Gewicht über das
engebirge braucht eine 250 t schwere „Mikado"-
otive mit 29 300 kg Dauerzugkraft für den ersten
langen, sanft steigenden Abschnitt von Seattle bis
ish 5½ h. In Skykomish werden z w e i 260 t schwere
)-Mallet-Lokomotiven von 35 600 kg Dauerzugkraft
Zug eingeschaltet, die ihn in rd. 3 h über die 35 km
Steilrampe befördern. In Tye, an der westlichen
nündung, werden die Dampflokomotiven durch Dreh-
komotiven, und zwar je zwei an der Spitze und in
te des Zuges ersetzt, die in 22 min durch den Tunnel
Für die folgende wesentlich flachere Talfahrt
e Dampflokomotive wieder in Dienst.
gen der Überlastung der eingleisigen Strecke und
wirtschaftlich hohen Kosten des Drehstrombetriebes
der Umbau dieser Strecke und die Einführung des
chen Betriebes auf der westlichen Steilrampe durch-
. Die gewählte Betriebsart mit hochgespanntem
sen-Wechselstrom von 25 Per./s und Umformung auf
komotive in Gleichstrom wird zwar selten verwen-
er für die Wahl dieser Stromart war die Rücksicht
Einrichtungen der stromliefernden Kraftwerke, die
enbahngesellschaft nicht gehören, entscheidend.
e neuen Lokomotiven, Abb. 2, Bauart Baldwin-
ghouse, bestehen aus je zwei mechanisch und elek-
gleichartigen 1 D 1-gekuppelten Fahrzeugen. Diese
lokomotive wiegt 357,5 t, ist 29,8 m lang und hat
uerzugkraft von 40 400 kg bei 25 km/h. Die Leistung
Lokomotiveinheit beträgt rd. 5150 kW bei 60 km/h
geschwindigkeit. Diese Lokomotiven sind bisher die
en ihrer Art. Der Drehstrom von 110 kV und
's wird von der Puget Sound Light & Power Co.
asserkraft geliefert, nachdem er in Umformerwerken
phasen-Wechselstrom von 25 Per./s umgeformt wor-

ı Störungen zu vermeiden, werden die Signalanlagen,
her mit Gleichstrom betrieben wurden, auf Dreh-
von 6000 V und 60 Per./s umgestellt, die Fernsprech-
en teils als Kabel, teils von der Strecke entfernt
. Infolge des Antriebes der Frequenzumformer der
erke und der Stromerzeuger auf den Lokomotiven
Synchronmotoren kann der Leistungsfaktor des
auf $\cos \varphi = 1$ erhalten oder dem Strom kann eine
ıng erteilt werden.
t der Einführung des elektrischen Betriebes wurde
er Bau eines neuen Kaskadentunnels aufgenommen,
großen Betriebschwierigkeiten ebenfalls verringern
Dieser neue Tunnel wird bei einer Länge von
nach Fertigstellung der längste Eisenbahntunnel
Vereinigten Staaten sein. Der gegenwärtige,
lange Tunnel mit 17 vT mittlerer Steigung liegt
über dem Meeresspiegel, während der neue, rd. 150 m
iegende Tunnel, die Strecke um 12 km verkürzt und
m den im Winter stark verschneiten Kamm des Ge-
gänzlich vermeidet. („Railway and Locomotive
ring" Bd. 39 (1926) S. 313) [M 121]
ndorf Günther

Abb. 1
Streckenplan der Great Northern-Eisenbahn bei der Überquerung des Kaskadengebirges

Neue Doppeldeck-Straßenbahnwagen

Während sich die Doppeldeck-Kraftomnibusse in den letzten Jahren in einer ganzen Reihe von Großstädten in großem Umfang eingeführt haben, ist die Entwicklung des Doppeldeck-Straßenbahnwagens stark zurückgeblieben. Gegenwärtig beschränkt sich seine Verwendung merkwürdigerweise vornehmlich auf England und ein oder zwei Städte in Südafrika.

Dem Doppeldeckwagen wird vielfach zum Vorwurf gemacht, daß er infolge seines größeren Fassungsvermögens auch eine entsprechend längere Zeit zur Abfertigung auf den Haltestellen erfordere. Das ist aber nur bei ungünstiger Anordnung der Ein- und Aussteigstellen der Fall. Werden diese für beide Stockwerke getrennt und mit der gleichen Breite wie beim normalen Wagen ausgeführt, so kann auch in der Abfertigung gegenüber diesem keine nennenswerte Verzögerung eintreten. Neuere Bauarten von Doppeldeck-Straßenbahnwagen und -Kraftomnibussen beweisen dies vollauf. Als wesentliche Vorteile der Doppeldeck-Bauart bleiben demgegenüber bestehen bei gleichem Fassungsvermögen die geringere Länge und das geringere Gewicht. Je nach der Anordnung der Einsteigstellen und der Treppen zum oberen Stock kann man zwei Bauarten unterscheiden: Bei den englischen Doppeldeckwagen wird, wie auch bei den Berliner Doppeldeckomnibussen, ein Einstieg und eine Treppe an der hinteren Plattform bevorzugt, eine Anordnung, die die größte Zahl von Sitzplätzen unterzubringen gestattet, aber an Haltestellen mit gleichzeitigem größerem Ein- und Aussteigeverkehr einen etwas längeren Aufenthalt bedingt als die amerikanische Bauweise des getrennten Ein- und Ausstieges mit zwei Treppen, die aber die Preisgabe mehrerer Sitzplätze fordert.

Wird die Treppe so geführt, daß ihre Benutzung auch während der Bewegung des Wagens möglich ist, also während des Anhaltens und des Anfahrens, so entfällt jeder Grund für einen längeren Aufenthalt eines Doppeldeckwagens gegenüber einem einstöckigen. Der Wagen kann dann auch durchaus die gleiche Reisegeschwindigkeit er-

Abb. 2. Umformer-Doppellokomotiven für die Great Northern-Eisenbahn

reichen wie der einstöckige. So haben die Straßenbahnwagen in Johannesburg, wo nur Doppeldeckwagen benutzt werden, eine Reisegeschwindigkeit von 17 km/h, während englische Netze mit ungünstigen Streckenverhältnissen in verkehrsreichen Straßen eine solche von 15,5 bis 16 km/h haben. Die Erfahrung hat gelehrt, daß sich bei gut durchgearbeiteten Konstruktionen ein ruhiger Lauf der Wagen sowie eine große Standsicherheit erreichen läßt, so daß ein Umkippen oder Umgeworfenwerden durch Sturm zu den größten Seltenheiten zählt. Infolge der meist ungünstigen Witterungsverhältnisse herrscht die Bauart mit geschlossenem Oberdeck vor. Allgemein wird dabei das Oberdeck für Raucher bestimmt.

Die Vorteile, die eine neuzeitliche Bauart des Doppeldeck-Straßenbahnwagens bietet, werden durch zwei neue Ausführungen deutlich gezeigt, die von der Metropolitan-Straßenbahn in London in Dienst gestellt worden sind. Die eine Bauart wurde von der Straßenbahngesellschaft selbst, die andre von der London General Omnibus-Gesellschaft in Anlehnung an die Bauweise und Erfahrungen mit Doppeldeckomnibussen entwickelt. Der Wagen der Straßenbahngesellschaft zeigt die Vereinigung von Stahl- und Holzbauart mit stahlbewehrten Holzträgern (Eiche und Esche). Damit zwischen zwei einander begegnenden Wagen Platz für einen Mann verbleibt, wie dies in London üblich ist, hat das untere Deck eine erheblich kleinere Breite als das obere, so daß es auch nur drei Sitzplätze in der Querrichtung enthält gegen vier im oberen Deck. Die Sitze sind unten mit Plüsch, oben mit Kunstleder bezogen und gepolstert. Alle Sitze sind umklappbar. Der Fußboden ist unten mit grauem Gummi belegt, oben mit einem Lattenrost. Die Drehgestelle haben Treibachsen mit 710 und Laufachsen mit 810 mm Rad-Dmr. Zum Antrieb jedes Wagens dienen zwei Motoren von je 37 kW und 21,5 kg/kW Einheitsgewicht, die dem Wagen auf ebener Strecke eine Geschwindigkeit von 50 km/h, in starker Steigung von 25 km/h und eine Reisegeschwindigkeit von 19 km/h bei 2,5 Halten je Kilometer und einer Haltedauer von je 10 s verleihen. Jeder Wagen hat getrennten, vorn liegenden Ausstieg und hinten liegenden Einstieg mit zwei vollkommen eingebauten geschützten Treppen zum oberen Deck.

Die von der London General Omnibus-Gesellschaft entwickelte Bauart weist demgegenüber Ein- und Ausstieg nur an der hinteren Plattform auf sowie einen abgetrennten vorderen Führerraum mit einem Notausgang für die Fahrgäste. Auch hinter der hinteren Plattform ist ein solcher offener Führerraum angeordnet. Der Aufbau dieses Wagens schließt sich an den der Londoner Omnibusse an. Die Langträger des Untergestells bestehen aus U-Profilen, die an den Enden eingezogen und zu einem kreisförmig gebogenen, durch Gurtplatten verstärkten Kopfstück vereinigt sind. Die Seitenwandsäulen bestehen aus Esche, die Dachbekleidung aus Leichtmetallblech. Beide Wagenbauarten sind mit Luftdruckbremse ausgerüstet, im Gegensatz zu der London üblichen Magnetbremse. An beiden Wa findet man Notbremsventile.

Zahlentafel 1
Abmessungen von Londoner Doppeldeck-Straßenbahnwagen

	Bluebell[1]	Poppy[2]	ältere Bauart
Länge über die Puffer . . m	11,1	11,0	10,5
größte äußere Breite . . . „	2,1	2,1	2,1
Breite zwischen den Innenwänden, unten . . . . . „	1,92	1,91	1,84
desgl. oben . . . . . „	2,00	1,92	1,92
Ganze Höhe über S.-O. . . „	4,62	4,92	4,71
Fußbodenhöhe über S.-O. . mm	735	760	852
Gewicht des Wagenkastens mit Ausrüstung . . . . kg	6120	9600	10700
Gewicht der Drehgestelle mit Ausrüstung . . . . „	6380	6380	6120
Gesamtleergewicht . . . . „	12500	15980	16820
Zahl der Sitzplätze:			
unten	27	28	27
oben	44	36	46
insgesamt	71	64	73
Zahl der Stehplätze	34	16	12
Gesamtfassungsvermögen . . .	105	80	85
Leergewicht je Sitzplatz . kg	176	250	230
Leergewicht je Platz überhaupt . . . . . . „	119	200	198
Leergewicht auf 1 m² Bodenfläche . . . . . kg/m²	535	690	760

[1]) Die von der Metropolitan-Straßenbahn entwickelte neue Bauart.
[2]) „ „ „ Omnibusgesellschaft entwickelte neue Bauart.

Die Metropolitan-Straßenbahngesellschaft be westlichen und nördlichen London ihr Netz mit rd. peldeckwagen mit einer Reisegeschwindigkeit zw und 16 km/h. Die Abmessungen der im Betrieb be älteren und neuen Bauarten zeigt Zahlentafel 1. way Journal“ Bd. 70 (1927) Nr. 4 und 5) [N
Berlin-Zehlendorf Gü

Maschinenteile

Ausnutzung der Bandreibung fü Verstärkung von Drehmoment

Wenn ein an beiden Enden belastetes Band umlaufenden Trommel gleitet, stehen die Spannkr den Gesetzen der Bandreibung in einem Verhä durch die Beziehung $\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu \alpha}$ gekennzeichnet ist Verhältnis nimmt einen um so größeren Wert an, die Reibungszahl μ zwischen Trommel und Ban größer der Umschlingungswinkel α ist. Durch Bandbelag und möglichst nahes Aneinanderlegen punkte des Bandes kann man ein hohes Überset hältnis der an diesen Endpunkten angreifenden reichen, das beispielsweise bei einer Reibungszal und einem Umschlingungswinkel $\alpha \sim 360°$ rd. trägt.

Diese hohe Übersetzung läßt sich zur Verstär Drehmomenten ausnutzen. Hierzu dient ein von lehem Steel Co. gebautes Getriebe[1]). Es besteht

Abb. 3
Getriebe zur Erhöhung von Drehmomenten

a Trommeln
b Reibbänder
c Antriebsarm
d Arbeitsarm
e Arbeitswelle
f Antriebswelle

im entgegengesetzten Sinn umlaufenden, durch mit einer bestimmten Höchstgeschwindigkeit ang Trommeln, in denen sich je ein Reibband mit Spiel und mit nahezu geschlossenen Enden befind An den Enden der Reibbänder greifen gegabelte an, von denen der eine mit der Antriebwelle, d mit der getriebenen Arbeitswelle in Verbindung Gabelenden der Hebelarme greifen über Kreuz Bandenden an, so daß durch eine Bewegung des hebelarmes nach rechts das Band der rechts um Trommel zum Eingriff gebracht und gleichzeitig der links umlaufenden Trommel abgehoben wird Bewegung des Antriebshebels nach links ist das links umlaufenden Trommel in Eingriff und d Band abgehoben. Die Welle mit dem Antriebhebel durch die hohle Arbeitswelle und erhält ihren mechanisch oder elektrisch oder mit der Hand. die Arbeitswelle abgegebene Drehmoment steht gewendeten Drehmoment der Antriebwelle stets setzungsverhältnis $\frac{S_1}{S_2}$. Antrieb- und Arbeitswel mit gleicher Geschwindigkeit; letztere folgt Ges keitsänderungen der ersteren geräuschlos und Selbst bei plötzlichen Geschwindigkeitsänderun schneller Umsteuerung eilt die Arbeitswelle hinte triebwelle nicht mehr als einen Winkelgrad nach. schwindigkeit der beiden Wellen ist nach oben gleichbleibende Geschwindigkeit der Reibtrommeln

Wenn die Übersetzung eines Getriebes nicht lassen sich durch Reihenschaltung mehrerer Get liebige Übersetzungen in geometrischer Reihe er
Barmen [M 743] N

[1]) „American Machinist“ (Europ. Ausg.) Bd. 66 (1927) S.

Kleine Mitteilungen

...ritzverfahren für schnellaufende Dieselmotoren

...Verfahren von C. L. Cummins beruht auf der ...ung einer Pumpe mit einer selbsttätigen Düsen- ...ie eine genau abgemessene Brennstoffmenge unter ...28 at Druck in das Brennstoffventil fördert. Hier ... sich die Brennstoffmenge in einem Ringraum am ...des Brennstoffventils; dieser Ringraum wird wäh- ...s Verdichtungs-, Expansions- und Auspuffhubes ...e Zylindergase geheizt, so daß sich die Brennstoff- ...nwärmt, jedoch ohne zu verdampfen. Beim näch- ...saughub des Motors wird die Brennstoffmenge mit ...sten Förderung der Brennstoffpumpe in das Innere ...nstoffventils getrieben, wo infolge Anhebens der ...les Brennstoffventils ein Unterdruck hervorgerufen ... daß der Brennstoff nicht in den Zylinder austreten ...Während des folgenden Verdichtungshubes tritt so- ... Teil der erhitzten verdichteten Luft durch die ...en des Brennstoffventiles in diesen Raum ein und ...t darin die Brennstoffladung; infolgedessen wird, ... Totpunkt die Spindel des Brennstoffventils nieder- ...ch die Bohrungen fast trockner Brennstoffdampf in ...nder gedrückt. Versuche mit diesem Arbeitsverfah- ...in gewisser Hinsicht an das der Brons-Motoren[1]) er- ...ollen bei Drehzahlen von rd. 600 Uml./min mittlere ... Kolbendrücke von 6,3 bis 8,1 at ergeben haben. ...Soc. Automotive Engineers Okt. 1927 S. 388/92*) ...a] H.

[1]) ...Bd. 67 (1923) S. 778.

...inigter Luft- und Speisewasser-vorwärmer

... der Bauart von A. E. Leek, Wigan, stellt die Firma ...s, Manchester, einen Vorwärmer her, bei dem die ...e durch die Ringräume zwischen ineinander ge- ...Rohren abziehen, derart, daß durch die Außenwände ...ren Rohre die Verbrennungsluft und durch die Innen- ...r inneren Rohre das Speisewasser im Gegenstrom ...mt werden kann. Die Außenrohre sind in Zwi- ...en eingewalzt, die Innenrohre durch Krümmer ver- ...die von außen leicht zugänglich sind. Ein Vor- ...lieser Art ist seit einem Jahr an einem Lancashire- ...on 2,74 m Dmr. und 9,14 m Länge mit selbsttätiger ...ung und Überhitzer im Betrieb. Bei einem Ver- ... 120 h Dauer verdampfte dieser Kessel im Mittel ..., wobei der Wirkungsgrad nach Abzug des Ver- ...der Gebläse 79,6 vH betrug. Bei einer andern ...eit wurde festgestellt, daß sich die Luft beim ...g durch den Vorwärmer von 12 auf 137 °, das ...on 60 auf 122 erwärmte, während sich die Rauch- ... 370 ° hinter dem Kessel auf 110 ° vor dem Fuchs ... Der Vorwärmer hat 1168 mm Dmr., 4,57 m ...d 66 Rohrpaare, die 106,5 m² Heizfläche für die ... 56 m² Heizfläche für das Wasser darbieten. Die ...er Anfressungen an den Rohren soll wegen der ...schwindigkeit und Temperatur der Gase gering ... werden zur Vorsicht die unteren Rauchrohre und ...errohre aus rostsicherem Stahl hergestellt. („The ... 21. Oktober 1927 S. 462/63*) [N 945 g] H.

...rkzeugmaschinen-Ausstellung in Cleveland

...ler im vergangenen September in Cleveland, O., ...eten Werkzeugmaschinen-Ausstellung nahmen die ...ulischem Vorschub ausgerüsteten Maschinen eine ...werte Vorrangstellung ein. Unter ihnen waren ... Ein- und Mehrspindel-Bohrmaschinen, Wagrecht- ...inen mit selbsttätigem beschleunigtem Rücklauf ...schubgeschwindigkeiten zwischen null und ..., Flächenschleifmaschinen mit bis zu 22 m/min ...windigkeit u. a. m. Einige Bohrmaschinen waren ...zgeräten für die Bohrkraft ausgerüstet.

...ie Oberflächenbearbeitung von Augen an Ma- ...en diente eine nach dem Räumverfahren arbei- ...rechte Maschine mit zwei Gleitbahnen, die abwech- ...iten. Sie liefert stündlich 600 Querstücke für ...gen aus Chromnickelstahl, an denen je 4 Augen ... Dmr. zu bearbeiten sind, oder 840 ähnliche ... aus weicherem Stahl, während beim Fräsen ... nur 200 solcher Querstücke bearbeitet werden ... Als weitere Besonderheiten der ausgestellten Ma- ...rden Druckluft-Spannfutter, elektrischer Antrieb ...teuerung und Zentralschmierung erwähnt. („Ame- ...inist" 22. Okt. 1927 S. 116 E*) [N 945 b] Pa.

Plan einer Verbindungsbahn von Graubünden nach dem Tessin

Die von einem schweizerischen Zweckverband befürwortete Strecke schließt sich bei Misox an die von Bellinzona kommende Meterspurbahn an und erreicht, nach Überschreiten des S. Bernardin durch das Rheinwaldtal, Schams und die Via Mala (Hinterrhein), Thusis und die Rhätische Bahn. Die 61 km lange Bahn würde den Zugang vom Bodensee und den angrenzenden Ländern zum Lago Maggiore beträchtlich verkürzen und die Kurorte des Hinterrheintales besser erschließen, als es jetzt mit dem von der Witterung beeinträchtigten Kraftwagenverkehr möglich ist.

Die Strecke steigt von 769 m ü. M. bei Misox auf 1677,6 m in dem 5580 m langen Scheiteltunnel durch den S. Bernardin und fällt im Rheintal bis Thusis auf 700,5 m. Die größte Steigung beträgt 60 vT, der kleinste Krümmungshalbmesser 100 m. Außer dem S. Bernardin sind viele kürzere Tunnel, auch Schleifen- und Kehrtunnel, erforderlich, so daß 19,4 vH der Gesamtlänge Tunnelstrecken sind. Die Brücken machen 3 vH der Gesamtstrecke aus; die längste Brücke, bei Sulfers, ist 150 m lang und 20 m hoch, die höchste, die Viamala-Brücke, ist 43 m hoch und 33 m lang. Zum Betrieb ist Wechselstrom vorgesehen.

Der Bau wird drei Jahre beanspruchen; die Baukosten schätzt man auf 32 Mill. Schweizer Franken, also 525 Fr/m; auf die Bahnanlage rechnet man 455 Fr/m, auf den großen Tunnel 1400 Fr/m. Die Beschaffung der Geldmittel für das Bauunternehmen ist noch nicht gesichert, da man nur etwa die Hälfte wird verzinsen können. (Schweiz. Bauzeitung 22. Oktober 1927 S. 213/16*) [N 945 c] K. M.

Groß-Tender

Aus einer Baureihe von 30 Tendern hat die Norfolk & West Railway Co. in ihrem Werke Roanoke kürzlich den ersten fertiggestellt. Diese Tender sind die größten auf dieser Bahn und, abgesehen von einigen Ausnahmen, die größten in den Vereinigten Staaten überhaupt. Sie fassen 68 m³ Wasser und 26 t Kohle und ruhen auf zwei dreiachsigen Drehgestellen der besonderen Bauart dieser Bahngesellschaft. Die Räder haben 840 mm Dmr., die Achszapfen 152,4 mm Dmr. und 279,4 mm Länge, das Dienstgewicht beträgt rd. 140 t. Die Tender, die aus einer älteren Bauart der Norfolk & West Railway Co. entwickelt worden sind, sollen hinter 1 D-D 1 Drehgestell-Verbundlokomotiven mit 46 000 kg Zugkraft laufen. („Railway Age" 1. Oktober 1927 S. 644*) [N 945 d] Krs.

Turboelektrischer Schiffsantrieb

Einer der größten Fracht- und Fahrgastdampfer „California" mit turboelektrischem Antrieb für den Dienst New York – San Franzisko ist bei der Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co. im Bau.

Zwölf Doppelend-Wasserrohrkessel mit Ölfeuerung für 19,5 at liefern den Dampf für die beiden Turbinensätze. Diese leisten bei 2640 Uml./min je 6750 PS_e und sind unmittelbar mit den Stromerzeugern für je 5250 kW bei 3700 V Spannung gekuppelt. Die Höchstleistung beträgt insgesamt 17 000 PS_e bei 2880 Uml./min der Turbinen. Die Drehstrom-Propellermotoren sind ein Deck tiefer angeordnet und laufen mit 110 und 120 Uml./min.

Bemerkenswert ist die große Zahl der Ladepforten. Unterhalb des Hauptdecks sind auf jeder Seite je neun, 2,25 m hoch und 2,40 m breit, angeordnet. („The Engineer" 21. Oktober 1927 S. 461*) [N 954 e] Ls.

Dampfwagen für Straßenreinigung in London

Der Wagen dient außer zum Sprengen und Abwaschen von Straßen zur Entleerung und Reinigung der Senklöcher, die das Regenwasser aufnehmen. Der Kasten ist in der Längsrichtung in drei Kammern geteilt. Die mittlere nimmt den aus den Senklöchern gepumpten Schlamm auf und faßt 4,1 m³, die beiden äußeren von zusammen 4,2 m³ Inhalt enthalten das klare Wasser für die Reinigung der Straße.

Die Senklöcher werden durch ein an der linken Wagenseite herabhängendes, mittels einer Wippvorrichtung heb- und senkbares Rohr von 11,5 cm l. W. entleert, wobei eine Luftpumpe oben auf dem Wagen den zum Ansaugen nötigen Unterdruck erzeugt. Für die Straßensprengung ist eine besondere Pumpe eingebaut.

Beide Pumpen sowie das Fahrwerk werden durch Dampfkraft betätigt. Die Verbunddampfmaschine arbeitet bei 15,8 at Arbeitsdruck mit überhitztem Dampf. An einem Tage kann der Wagen rd. 160 große Senklöcher, wie sie in London üblich sind, entleeren oder 7,2 km Straße von rd. 9 m Breite abwaschen. („Engineering" 21. Oktober 1927 S. 534*) [N 945 f] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlun
Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 350

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 291. H.: **Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik.** Von S. Kießkalt. Berlin 1927, VDI-Verlag. 14 S. m. 8 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Die Theorie der Lagerreibung ist besonders im letzten Jahrzehnt ausgebaut worden. Wichtig ist für die Praxis vor allem die Frage, welche Ölsorte hinsichtlich ihrer Zähigkeit bei gegebenen Flächendrücken, Gleitgeschwindigkeiten und Lagerspielen am Platz ist. Je größer der Flächendruck und das Lagerspiel und je kleiner die Gleitgeschwindigkeit, desto zäher muß das Öl sein, damit es nicht weggedrückt wird und das Lager sich unzulässig erwärmt. Da nun die Zähigkeit eines Öles vom Druck und besonders auch von der Temperatur abhängig ist, so sind Versuche zur Klärung dieser Abhängigkeit von großer praktischer Bedeutung. Der Verfasser des vorliegenden Forschungsheftes berichtet über solche Versuche, die er an der Hochschule Karlsruhe mit 12 Ölen, darunter Mineral-, Pflanzen- und tierischen Ölen, bei 20, 50 und 80° und bei Überdrücken bis 600 at und mehr ausgeführt hat. Sie haben zu dem Ergebnis geführt, daß bei gleichbleibender Temperatur der Wert

$$k = \frac{\text{Zähigkeit bei hohem Druck}}{\text{Zähigkeit bei Normaldruck}}$$

nach einer Exponentialfunktion verläuft. Nach Kießkalt ist $k = a^p$.

Die Abhängigkeit der Zähigkeit von der Temperatur ist nach den vorliegenden Versuchen verwickelter.

Kurze Inhaltangabe: Ältere Versuche; Theorie und Ausbau der Versuchsanlage, Auswertung der Ergebnisse; Veränderlichkeit der inneren Reibung nach der physikalischen Theorie; Bedeutung der Druckzähigkeit für die Schmierfrage; Quellennachweis. [E 851] W. S.

Vorrichtungen im Maschinenbau. Von Otto Lich. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 500 S. m. 656 Abb. Preis 26 ℳ.

Die vorliegende zweite Auflage des Buches bringt insofern eine Erweiterung gegenüber der ersten Auflage, als die Abbildungen noch wesentlich vermehrt worden sind. Um den Umfang des Buches beizubehalten, hat der Verfasser den Inhalt auf den Vorrichtungsbau selbst beschränkt, indem er die Abschnitte über Rentabilitätsrechnung und über die Instandhaltung der Vorrichtungen fortgelassen hat; auch die Tafeln genormter Einzelteile sind fortgefallen, da die Normen dieser Teile vom Deutschen Normenausschuß festgelegt und veröffentlicht sind.

Da man sonst in der Industrie im allgemeinen nicht sehr freigebig ist mit der Bekanntgabe der Hilfsmittel und Verfahren für die Herstellung, so ist dieser umfangreiche Anschauungsstoff besonders wertvoll. Erwünscht wäre allerdings gewesen, wenn der Verfasser sich nicht auf die Beschreibung der Vorrichtungen beschränkt, sondern wenn er auch etwas Kritik geübt hätte, damit der junge Vorrichtungskonstrukteur, der aus dem Buche lernen will, dazu angeleitet wird, über die Zweckmäßigkeit der einzelnen Vorrichtungen nachzudenken. [E 853] Pa.

Die deutsche Wirtschaft und ihre Führer 9. Bd.: **Die oberschlesische Montanindustrie.** Von Bruno Knochenhauer. Gotha 1927, Flamberg-Verlag. 152 S. Preis 6 ℳ.

Das Buch will einen Überblick über die Entwicklung der oberschlesischen Montanindustrie und die Abhängigkeit eines weiteren Aufschwunges vom deutschen Hinterlande geben. Es zeigt ferner, wie gerade in Oberschlesien die Industrie ihre Entstehung und weitere Ausdehnung der Kenntnis und Tatkraft sowie dem kaufmännischen und technischen Weitblick einzelner Führerpersönlichkeiten verdankt. Aus diesem Grunde wird nicht nur die Entwicklung und der Aufbau der verschiedenen größeren und kleineren Montangesellschaften, ausgehend von den ersten Anfängen, während der Kriegsjahre und nach dem Genfer Schiedsspruch gegeben, sondern es wird auch der Einfluß der Führer — sowohl der oberschlesischen Magnaten als Besitzer, als auch der Generaldirektoren als Leiter — auf den Aufstieg dieser Gesellschaften dargelegt. Das Buch zeigt den weitgehenden Einfluß der deutschen Kultur auf die Entwicklung des gesamten oberschlesischen Industriegebietes. [E 871] Pr.

Motor Vehicles and their engines. Von Edward S.
und Ralph B. Jones. 3. Aufl. New York 192
Nostrand Co. 434 S. m. 367 Abb. Preis 3 $.

Das Buch, das in den Vereinigten Staaten g
breitung erlangt hat, ist für Vorträge in Fachsc
dacht und geht über den beschreibenden Chara
Anwendung von Rechnungen nicht hinaus. Es b
doch einen schnellen, sachlich geschriebenen Über
die Hauptpunkte der Wirkungsweise des Motors,
gasers und der andern Teile des Kraftwagens, wo
derer Wert darauf gelegt wurde, den Leser in die
gründe, also z. B. in die Wirkungsweise von Mot
trieben u. dergl., einzuführen. Das gleiche Best
herrscht auch die Behandlung des elektrischen
Anlage, der Zünder, Anlasser und Lichtmaschin
unverhältnismäßig viel Raum geboten wird. Für
schen Ingenieur dürfte der Inhalt interessieren
technische Angaben über amerikanische Erzeug
hält, obschon die Abbildungen fast ohne Ausnahm
liche Katalogbilder sind. [E 846]

Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und T
Herausgeg. von F. Banneitz. Berlin 192
Springer. 1253 S. m. 1190 Abb. Preis 64,50 ℳ

Anerkannte Fachleute haben unter Berücks
der neuesten Erfahrungen der Technik in diesem
Erfahrungen der letzten Jahre auf dem Gebiete der
Telegraphie und Telephonie in zahlreichen T
Schaulinien zusammengestellt und unter Beifügung
sikalischen und technischen Grundlagen auch der
ten Gebiete (Fernmelden auf Draht) ein ausge
Nachschlagewerk für den Fernmeldetechniker
fen. Ausführlich werden behandelt die Hochfre
nik, die Vorgänge in Schwingungskreisen (Able
Formeln) und im Äther (Heavisideschicht), die
rischen Störungen. Ein besonderer Teil bringt
der Hochfrequenzgeräte mit zahlreichen Abbildu
Berechnungsgrundlagen, u. a. über Isolatoren, K
ren, Spulen, Frequenzwandler, Antennen, Detekto
sprecher und besonders die verschiedenen in- u
dischen Arten von Elektronenröhren mit Kennl
triebzahlen und Angaben über die Herstellung. Den
menten und den Meßverfahren ist ein weiterer Ab
widmet. Einrichtungen zum Senden und Empfa
an Ausführungsbeispielen besprochen (drahtlose
telegraphie und Schreibempfang), ebenso Funkpei
Schluß bringt die Funkanlagen Deutschlands
nischen Einrichtungen sowie Organisation und Rech
nisse des Funkverkehrs. Im Anhang findet man Za
mit Werten von Schwingungskreisen. [E 705]

Jahrbuch der **Hafenbautechnischen Gesellschaft.** 8
Hamburg 1927, Verlag der Hafenbautechnische
schaft. 170 S. m. zahlr. Abb. u. versch. L
Preis 20 ℳ.

Der Band enthält die Vorträge der Breslau
versammlung, die die Fragen der Oder a
fahrtstraße, die Notwendigkeit des Ottmacha
beckens für die Oderschiffahrt, ferner verkehr
Aufgaben zur Stärkung des Wettbewerbs der deut
häfen und Neuerungen in der mechanischen
rüstung behandeln.

Anschließend werden die Ergebnisse des W
für die künftige Ausgestaltung der Breslauer Hafe
sowie die Häfen und Hafenpläne und die Kanal
Odergebiet besprochen. Den Schluß bildet eine
Darstellung der elektrischen Kohlenkipper in B
Cosel. Dieser Band, der mit vorzüglichen Karten
Abbildungen ausgestattet ist, gibt eine gute Über
die Hafenwirtschaft Schlesiens. [E 667]

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R.
zog. 7. Bd.: **Kunstseide.** Berlin 1927, Julius
354 S. m. 203 Abb. Preis 33 ℳ.

Das an und für sich knappe Schrifttum über
ist durch das vorstehende Buch sehr wertvoll
worden. Der Verfasser, der sich zur Lösung der
Aufgabe die Mitarbeit bedeutender Fachleute ges
gibt in dem Werk eine umfassende Darstellung
samten in der letzten Zeit zu so großer Bedeutung
Industriezweiges. Alle Kunstseidenarten werden s

ınischen als auch chemischen Seite eingehend be-
n. Der Nitroseide, Kupferseide, Viskoseseide und
atseide sind umfangreiche Abschnitte gewidmet. Be-
wertvoll ist das Buch durch klare und übersichtliche
ngen, graphische Darstellungen und Zahlentafeln.
berei ist sehr ausgiebig behandelt, und besonders
teilung und Beurteilung der verschiedenen Kunst-
ten in färbereitechnischer Beziehung ist Rechnung
. Ein umfangreicher Teil des Buches behandelt die
sche Technologie der Kunstseidenverarbeitung. Die
i, Wirkerei und Weberei wird eingehend beschrie-
er die Verarbeitung der Kunstseide durch Flechten
ppeln, Häkeln und Posamentieren. Auffallend ist,
Erzeugung der Nitroseide allein rd. 90 Seiten ge-
werden, ein Umfang, der der Bedeutung dieser Sei-
egenüber den andern Seiden nicht entspricht. Fast
ämtlicher Kunstseidenfabriken arbeiten nach dem
verfahren, so daß die Nitroseide eigentlich mehr der
enheit angehört. Neue Nitroseidenfabriken werden
ch gebaut, während man die Azetatseide schon heute
Seide der Zukunft bezeichnen kann. Alles in allem
Buch eine wertvolle Fundgrube; es kann daher
in der Kunstseidenindustrie tätigen Praktiker
oretiker aufs wärmste empfohlen werden. [E 869]
en Obering. Wurtz

Bücher: **Mathematische Hilfsmittel für Techniker.**
ln und andere Gesetzmäßigkeiten der Differential-
ntegral-Rechnung. Von A. Deckert und E.
er. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen.
m. 54 Zeichn. Preis 7,50 M.

e Bücher sind nach ähnlichen Gesichtspunkten aus-
t wie die Ingenieurtaschenbücher, z. B. die „Hütte",
entsprechenden Teilen, nur ist der Stoff bei den
orliegenden Büchern ausführlicher und mehr nach
n pädagogischen Grundsätzen behandelt. Damit
chschlagewerke entstanden, die sich durch eine
are Sprache und eine übersichtliche Stoffverteilung
ien. Behandelt werden im erstgenannten Werke die
iationsregeln des ersten, des höheren und des par-
ifferentialquotienten, unbestimmte Formen, Reihen
ner die Integrationsregeln, Integrationsformeln, ge-
ordnet nach dem Aufbau allgemeiner Integrale, Fouriersche
Reihen, Differentialgleichungen und das Rechnen mit Sym-
bolen. Die Formen, die die allgemeinen Integrale in
Sonderfällen bei bestimmten Exponenten annehmen, werden
in einer großen Anzahl von Fällen angegeben.

Im zweiten Werke werden die analytische Geometrie
der Ebene und die des Raumes nach den gleichen Gesichts-
punkten behandelt. [E 852] W. S.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 296. Heft: **Der Kugelschlaghärteprüfer.** Von J. Class. Berlin 1927, VDI-Verlag. 20 S. m. 18 Abb. u. 4 Zahlentafeln. Preis 12,50 M; für VDI-Mitglieder 11,25 M.

Ein ausführlicher Auszug erscheint demnächst.

Technische Mikroskopie. Ein Lehrbuch der mikroskopischen Warenprüfung. Von Viktor Pöschl. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 296 Abb. Preis 25 M.

Handbuch für Lehrlinge der allgemeinen Feinmechanik. Herausgeg. von Robert Bosch A.-G., Stuttgart. 3. Aufl. Berlin 1927, VDI-Verlag. 112 S. Text, 92 S. Abb. Preis 15 M, für VDI-Mitglieder 13,50 M.

Taylorisierung, Rationalisierung der Sägeindustrie. Von Leopold Lutz. Jena 1927, Hermann Costenoble. 80 S. Preis 1,75 M.

Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt E. V. (WGL). **Arbeiten zur Luftnavigierung.** Herausgeg. vom Navigierungsausschuß der WGL. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 63 S. m. 72 Abb. Preis 6,50 M.

Die Wassereisenbahn. Ein Schleppsystem auf Kanälen und Flüssen ohne Inanspruchnahme der Ufer. Von Richard Koß. Berlin u. Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 117 S. m. 50 Abb. Preis 12 M.

Die Bekämpfung des Erd- und Kurzschlusses in Höchstspannungsnetzen. Von Paul Bernett. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 47 S. m. 5 Abb. Preis 4 M.

Grundriß der anorganischen Chemie. Von Carl Oppenheimer. Leipzig 1927, Georg Thieme. 332 S. Preis 7 M.

Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik. Herausgeg. von Philipp Frank. 2. physikalischer Teil, Braunschweig 1927, Vieweg & Sohn. 863 S. m. 88. Abb. Preis 58 M.

Werkstofftagung Berlin 1927

Sonnabend, dem 22. Oktober 1927, begann in
Berlin die große Werkstofftagung. Sie wurde ein-
geleitet durch die Eröffnung der Werkstoffschau
größten Ausstellungshalle Berlins am Kaiserdamm.
begrüßte der Vorsitzende des Vereines deutscher
re, Dr.-Ing. Dr. phil. h. c. R. Wendt, Essen, im
der veranstaltenden technisch-wissenschaftlichen
) die erschienenen Gäste.

elang zurückliegende, planmäßige Vorbereitungs-
ar notwendig, um die Werkstoffschau zu schaffen,
us der großen Reihe der im täglichen Leben ver-
Werkstoffe zunächst nur einige der wichtigsten
erden. Eisen und Stahl, die Nichteisenmetalle und
erstoffe der Elektrotechnik lernen wir in ihren
aften in der Werkstoffprüfschau und in ihren
ungsmöglichkeiten, ausgehend vom Rohstoff bis
tigerzeugnis, in der Werkstoffübersicht kennen.
ndlung der andern Werkstoffe ist einer späteren
vorbehalten.

abe der Werkstoffschau ist, der breiten Öffent-
zu zeigen, welche Verfahren zur Prüfung und
ung der Eigenschaften beim Werkstoff im Ge-
ind. Arbeiten doch viele geistig hochstehende
hraus jahrein an den Verbesserungen auf diesem
Gebiet. Durch die Werkstoffschau wird der
der über unsre wissenschaftlichen Laboratorien
rsuchungsanstalten ausgebreitet ist, weggezogen.
Ausstellung ersieht man, welch ungeheure Sorg-
Mühe auf den Werkstoff und seine Prüfung ver-
ird, um ihn in seinen Eigenschaften zu nutzen,
Sicherheit der Bauwerke zu gefährden. Hierauf
Öffentlichkeit hinzuweisen, ist eines der Ziele
kstoffschau. Die Besucher werden durch erfah-
rene Männer eingehend über die Werkstofffragen an der
Hand der Werkstoffe selbst und über Prüfungsvorrich-
tungen unterrichtet.

Eine volle Hingabe an die große Aufgabe erforderten
die Vorarbeiten. Viele einzelne Arbeiten mußten unermüd-
lich geleistet werden bis zur Vollendung der Schau, die
jetzt dasteht als ein Zeichen der Lebenskraft und des
Lebenswillens unsrer Industrie. Nachdem sie fertig ist,
erwarten uns noch besonders arbeitsreiche Wochen, in
denen wir das geschaffene Werk voll für den Fortschritt
deutscher Arbeit ausnutzen wollen.

Erzeuger und Verbraucher hierdurch zu dauerndem,
fruchtbringendem Zusammenarbeiten, zu ständigem Ge-
danken- und Erfahrungsaustausch anzuregen, ist ein wei-
teres Hauptziel dieser Ausstellung. Der Verein deutscher
Ingenieure hat ja als Zweck des Vereines in seiner Satzung
stehen: „die Zusammenfassung der geistigen Kräfte deut-
scher Technik zum Wohle der gesamten vaterländischen
Industrie". Diese Zweckbestimmung ist durch die Werk-
stofftagung glänzend erfüllt.

Dr. Wendt sprach dann tief empfundene Dankesworte
all den Kreisen aus, die das große Werk zustandegebracht
haben. Staats- und städtische Behörden, die großen tech-
nischen Vereine und die für Deutschlands Wirtschaft wich-
tigsten Industrien haben an dieser Aufgabe mitgearbeitet.
Dank gebührt auch den Ingenieuren, technischen Ange-
stellten und Arbeitern, die in den letzten Monaten Tag und
Nacht das Werk rechtzeitig vollenden halfen. Ebenso dem
Ausstellungs-, Messe- und Fremdenverkehrsamt der Stadt
Berlin, das seine Organisation und weitgehende Erfahrung
in den Dienst der Werkstoffschau gestellt hat.

Mit einer Ansprache eröffnete hierauf im Auftrage der
Reichsregierung Reichswirtschaftsminister Dr. Curtius
die Werkstoffschau.

Er führte aus: Unendlichen Dank schulden wir den
Männern, die den Plan gefaßt haben, der Öffentlichkeit

) Vgl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1413 u. 1481. Die vier hauptsächlich be-
reine haben für die geschäftliche Durchführung der Werk-
und Werkstoffschau eine Gesellschaft mit beschränkter
bildet.

einmal vor Augen zu führen, wie bedeutungsvoll zweckmäßige Auswahl und Verwendung des Werkstoffes ist und welch überragende Stellung die Bewirtschaftung der Grundstoffe in der gesamten Wirtschaft einnimmt. Große Anerkennung verdient die jahrelang mit großen Opfern verbundene Arbeit unserer Eisen-, Maschinen-, Metallindustrie und andrer Industrien an diesem Werk. Unsere Hochachtung müssen wir den großen technischen Ingenieurverbänden aussprechen, den wissenschaftlichen Instituten und Materialprüfungsanstalten, den Technischen Hochschulen und all den Männern der Praxis und der Wissenschaft, die ihr Wissen, ihr Können und ihre Arbeitskraft dem großen Ziele zur Verfügung gestellt haben. Im Gegensatz zu Ausstellungen und Messen soll ja die Werkstoffschau aufklärend und belehrend, nicht absatzwerbend wirken. Das Messeprinzip mußte daher einer Ordnung Platz machen, die durch den technisch-wissenschaftlichen Charakter der Veranstaltung bedingt ist. Geschäftliche Einzelinteressen kommen nicht zur Geltung. Der Konkurrenzkampf der Firmen, der den Ausstellungen sonst das kennzeichnende Gepräge gibt, ruht hier, dem gemeinsamen Ziele des Fortschrittes der Gesamtwirtschaft zuliebe.

Hohe Qualität des Werkstoffes ist für den Fortschritt einer Industrie ausschlaggebend. Steigerung der Güte der Werkstoffe schließt Steigerung der industriellen Gesamtleistung in sich, zumal ja die neuzeitlichen Arbeitsverfahren höchste Anforderungen an die Werkstoffe stellen.

Auch diese Veranstaltung, ja sie vielleicht mehr als andre, ist geeignet, Absatzmöglichkeiten im In- und Auslande für unsre Wirtschaft zu schaffen. Planmäßige Veredelungstechnik auf dem Gebiete der Stoffwirtschaft wird von nun an eine der Hauptaufgaben unsres wirtschaftlichen Wiederaufstieges sein. Den zahlreich erschienenen Vertretern des Auslandes müssen Werkstoffschau und Werkstofftagung einen Überblick geben über den Stand der deutschen Wissenschaft, Technik und Industrie. Krieg und Nachkriegszeit haben uns in der Werkstofffrage große Schwierigkeiten bereitet. Durch die Ersatzwirtschaft sind Vorurteile über deutsche Waren entstanden, die schwere Nachteile für unsern Absatz zur Folge hatten. Diese Vorurteile sind glücklicherweise fast überall überwunden. Wo es noch nötig ist, wird unsre Werkstoffschau den letzten Zweifel am Willen und Können des deutschen Volkes zu Qualitätsleistungen beseitigen.

Mit dem Wunsche, daß die Werkstoffschau dem In- und Ausland ein Bild vermitteln möge von dem Hochstand unsres technischen Schaffens und der Fruchtbarkeit der Verbindung von deutscher Wissenschaft und deutscher Wirtschaft erklärte Dr. Curtius die Werkstoffschau für eröffnet.

Am Abend dieses Tages waren von der Stadt Berlin die zahlreichen Vertreter der Industrie und Wissenschaft, der Reichs- und Staatsbehörden, die aus Anlaß der Werkstofftagung nach Berlin gekommen waren, zu einem Empfang in das Rathaus eingeladen. Sie wurden von Oberbürgermeister B ö ß begrüßt. Er sprach allen, die a großen Schau mitgewirkt haben, seinen Dank aus ein gewaltiges Verdienst, daß unsre deutsche Indu Werkstoffschau veranstaltet hat, ohne daß dabei such gemacht wird, daß ein einzelner für sich se für sein Unternehmen etwas dabei herausholt. G einer Zeit, in der doch der Mensch fast restlos Verdienen angewiesen zu sein glaubt, wird diese lung so durchgeführt. Ganz besondere Beachtu aber diese Schau im Auslande finden; zeigt sie d Ausländer, was die deutsche Industrie leistet, kann hier prüfen und sich ein lebendiges Bild davon welche Eigenschaften unsre Werkstoffe aufweisen

Namens der Veranstalter der Werkstofftagung dann Generaldirektor Dr.-Ing. Fritz S p r i n g Dortmund, für den Willkommensgruß der Stadt Wissenschaft und ihre Anwendung, Erfahrung u Ausdauer und Gemeinsinn haben sich vereint, di stofftagung durchzuführen. Sie ist ein Teil der Gemeinschaftsarbeit, die unser Volk wieder vorw aufwärts bringen will. Erzeuger und Verbraucher Nutzen aus ihr ziehen. Dienst am Gemeinwohl Motto sein. Berlin als Kristallisationspunkt geist kultureller Werte ist daher die geeignete Stadt zu führung der großen Aufgabe.

Am Vormittag des 28. Oktober besuchte der R sident v. H i n d e n b u r g, einer Einladung der W tagung folgend, die Werkstoffschau. Namens der G führung von Prof. C. M a t s c h o ß empfangen, w Reichspräsident am Eingang zur Halle vom Re schaftsminister Dr. C u r t i u s und Bürgermeister S begrüßt. Nachdem die Vorsitzenden und die Geschä der beteiligten Verbände sowie andere am Zustande der Veranstaltung besonders beteiligte führende He Industrie dem Reichspräsidenten vorgestellt worden begann sofort der Rundgang durch die Werkstoffsc bei die Leiter der einzelnen Abteilungen die notw Erklärungen abgaben.

Den rund zweihundert wissenschaftlichen V der Werkstofftagung gingen die Vorträge der H sammlung des Vereines deutscher Eisenhüttenleute die am Sonntag, dem 23. Oktober, abgehalten Auch andre technisch-wissenschaftliche Vereine aus Anlaß der Werkstofftagung ihre Hauptversa in diese Zeit verlegt. So fand am Dienstag, dem 2 ber, und den folgenden Tagen die Hauptversa der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, des D Dampfkesselausschusses, der Deutschen keramisc sellschaft, am Donnerstag, dem 27. Oktober, die H sammlung des Deutschen Verbandes für die Mat fungen der Technik, am Freitag, dem 28. Oktober, Deutschen Normenausschusses und am Freitag, de vember, des Reichsausschusses für Metallschu Außerdem tagten in Fachgruppen, Vorstandsitzung männersitzungen, Geschäftsführerkonferenzen vie technisch-wissenschaftliche Verbände. [

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. M a t s c h o ß, in Vertr. K. M e y e r, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
71 SONNABEND, 12. NOVEMBER 1927 Nr. 46

Die Kolbendampfmaschine als neuzeitliche Kraftmaschine

Von Obering. J. Kluitmann, Berlin

Bestrebungen zur Entwicklung der Kolbendampfmaschine vor und nach dem Weltkriege: Betriebsicherheit, Wirtschaftlichkeit — Kapital- und Brennstoffnot als treibende Kräfte — Grenzen der Wettbewerbfähigkeit der Kolbendampfmaschine gegenüber der Verbrennungsmaschine und der Dampfturbine — Die Kolbendampfmaschine in der Kraft- und Wärmewirtschaft: Zwischendampfentnahme, Abdampfverwertung, Beispiele — Steigerung der Drehzahl

ie Überlegenheit der Dampfturbine gegenüber der Kolbendampfmaschine in bezug auf Gewicht für die Einheit der Leistung, wie die der Verbrennungsine in bezug auf die Ausnutzung der Brennstoff- und die Betriebsbereitschaft haben die schon seit hnten totgesagte Kolbendampfmaschine zwar in Anwendungsbereich eingeengt, nicht aber verdrängt. ie noch nicht verschwunden ist, ist erstaunlich und um Nachdenken an. Der wichtigste Grund dafür hl, daß die Kolbendampfmaschine den Brennstoff unmittelbar verarbeitet, sondern über ein Mittel, den spannten Wasserdampf; dieser eignet sich, wenn der Maschine Arbeit geleistet hat, vorzüglich zur verwertung für die Zwecke der wärmeverbrauchen- ndustrie und gestattet, nicht in fortlaufendem Strom, n Hub für Hub Leistung zu erzeugen.

ie Bestrebungen zur Entwicklung der Kolbendampfine in den letzten Jahrzehnten vor dem Weltkriege urch diesen in eine andre Richtung gedrängt worden. in Ziel ist das alte geblieben: die Erhöhung der bsicherheit unter gleichzeitiger Vereinfachung der nung. Dies um so mehr, als gegenwärtig bei der fs äußerste getriebenen Verkettung von Kraft- und ewirtschaft selbst kurze erzwungene Betriebspausen, zu Zeiten des größten Kraft- oder Wärmebedarfs rennstoffersparnisse langer Wochen aufzehren und irtschaftlichste Maschine unwirtschaftlich machen n.

rwickelte Steuerungen und Regelungen, die bis zum in großer Mannigfaltigkeit gebaut wurden, sind wenigen, und zwar den einfachsten, gewichen. So man bei der Ventildampfmaschine vorwiegend die z-Steuerung mit Achsenregler, bei Schiebermaschi- ie Kolbenschiebersteuerung, ebenfalls mit Achsen- bei Umsteuermaschinen fast nur noch Steuerungen Stephenson, Klug, Hackworth oder hall. Dem Streben nach einfacherer Wartung man durch Anwendung selbsttätiger Regelungen zu n (Leistungsregelung bei angehängten Pumpen, essoren oder Gebläsen, selbsttätige Regelung des medrucks für Zwischendampf oder Abdampf, falls mittels Ölrelais bei zu großen Verstellkräften). die Schmierung hat man mehr und mehr von der ung unabhängig gemacht; Schmierpressen für die er, Stromschmierung und bei größeren oder höher be- chten Maschinen Druckölschmierung für die Trieb- ile kennzeichnen die neuzeitliche Kolbendampf- ne, die vielfach an keiner Stelle mehr mit der geschmiert zu werden braucht.

nstürzend hingegen wirkte der Weltkrieg insofern Entwicklung der Dampfmaschine, als er dem Be- er Wirtschaftlichkeit ein andres Gesicht gab. Ge- chte man auch vor dem Kriege die Herstellung aus n des Wettbewerbs zu verbilligen und geringen verbrauch aus Rücksicht auf die Betriebskosten zu en; doch hielt man eine Maschine schon dann für wirtschaftlich, wenn ihr Dampfverbrauch niedrig war. Die Kriegs- und Nachkriegszeit erzwang eine gründliche Nachprüfung dieser Anschauung unter dem Einfluß der Kapital- und Brennstoffnot. Man erkannte, daß eine Dampfmaschine noch nicht wirtschaftlich zu sein braucht, wenn sie im Dampfverbrauch wirtschaftlich ist. Man erkannte in der Drehzahl einen wichtigen Faktor der Wirtschaftlichkeit; denn die Drehzahl beeinflußt das Gewicht und damit den Baustoffaufwand, die Kosten von Herstellung und Beförderung und somit den Zinsen- und Tilgungsdienst; höhere Drehzahl ergibt kleinere Gründungen, geringeren Raumbedarf, also billigere Baulichkeiten. Mit dieser Erkenntnis setzten die Bestrebungen ein, die Drehzahl der Kolbendampfmaschine zu steigern.

Recht eindringlich führte uns die Zeit der Not auch vor Augen, daß der Dampfverbrauch einer Dampfkraftanlage nicht allein das Kohlenkonto des Unternehmens belastet, sondern daß die Kohle auch ein wertvolles Volksgut ist, mit dem man haushalten muß. Daraufhin setzten die Bestrebungen ein, die Brennstoffwärme der Kohle durch Erhöhung der Spannung und Überhitzung des Dampfes, durch Verringerung der Verluste in der Dampfmaschine und der Abgasverluste besser auszunutzen. Außerdem erkannte man im Kondensator einen Wärmefresser, in dem man bislang 50 bis 60 vH der gesamten Brennstoffwäre sinnlos vernichtet hatte, ähnlich wie man in noch früherer Zeit die Gichtgase der Hochöfen in hellen Flammen nutzlos zum Himmel hatte lodern lassen. Damit reifte die Erkenntnis, daß zur Kraftwirtschaft auch eine Wärmewirtschaft gehöre, daß man die Dampfmaschine in die Kraft- und Wärmewirtschaft eines Unternehmens einzugliedern habe, wozu sich gerade die Kolbendampfmaschine, wie man bald merkte, hervorragend eigne. All diese Einsichten wurden nunmehr die treibenden Kräfte in der weiteren Entwicklung dieser Maschine.

Grenzen der Anwendung der Kolbendampfmaschine

Es seien kurz die Grenzen gekennzeichnet, innerhalb deren die Kolbendampfmaschine mit den andern Wärmekraftmaschinen: Verbrennungsmaschinen und Dampfturbinen, erfolgreich in Wettbewerb treten kann; Wasser- und Windkraftmaschinen mögen ausscheiden, da sie an bestimmte Bodenverhältnisse gebunden sind.

Bei der Verbrennungsmaschine wird der Brennstoff, der in flüssigem oder gasförmigem Zustand in den Zylinder geleitet wird, dort durch Verbrennung in ein Gas von hohem Druck übergeführt, und er setzt damit die ihm innewohnende Wärme unmittelbar in mechanische Energie um. Diese Maschine ist daher, im Gegensatz zur Dampfmaschine, stets betriebsbereit und erfordert bei Stillstand keinen Brennstoffaufwand. Zudem ist sie in der Ausnutzung der Brennstoffwärme der Dampfmaschine bedeutend überlegen (rd. 36 vH gegenüber rd. 13 vH), da diese nur mittelbar durch den Brennstoff betrieben wird und der Umweg über den Wasserdampf große Verluste mit sich bringt.

Dennoch besteht die Überlegenheit nur dann, wenn man beide Maschinen als reine Kraftmaschinen vergleicht. Sobald in einem Betriebe größerer Wärmebedarf auftritt und keine Brenngase als Abfall zur Verfügung stehen, ist die Dampfmaschine als Kraftquelle am Platze. Grundsätzlich eignen sich die Abgase der Verbrennungsmaschine auch zum Wärmeaustausch weniger als der Dampf, da sie wegen der Gefahr der Säurebildung nicht allzu stark abgekühlt werden dürfen. Das Kraftmittel der Dampfmaschine — man ist auf dieses Mittel gekommen, da Wasser überall fast kostenlos zur Verfügung steht — kondensiert hingegen nach dem Verlassen der Maschine bei wärmewirtschaftlich günstigen Temperaturen und gibt dann gewaltige Wärmemengen frei, ohne an Temperatur einzubüßen; dieser Umstand macht gerade den Wasserdampf zum Kochen, Heizen, Dämpfen, zur Warmwasserbereitung usw. hervorragend geeignet.

Hinzu kommt noch, daß die Verbrennungsmaschine nur in geringem Maß überlastbar ist, weniger deshalb, weil es nicht gelingt, die dem jeweiligen Kraftbedarf entsprechende Brennstoffmenge in den Zylinder einzuführen, sondern weil es unmöglich ist, bei jeder Belastung jedem Brennstoffteilchen die für die wirtschaftliche Verbrennung erforderliche Sauerstoffmenge beizugesellen. Bei der Kolbendampfmaschine gelangt das Kraftmittel fertig in den Zylinder, und man kann das bei jedem Hub je nach der Belastung einzuführende Dampfgewicht in weiten Grenzen ändern, so daß die Maschine Überlastungen von mehr als 100 vH ohne Schwierigkeit überwindet. Hieraus folgt, daß bei der Dampfmaschine die Leistung in weitem Bereich von der Drehzahl unabhängig ist, im Gegensatz zu der Verbrennungsmaschine; diese kann man als eine Maschine mit unveränderlichem Drehmoment ansehen, während die Kolbendampfmaschine eine wagerechte Kennlinie hat, also eine Maschine mit unveränderlicher Leistung ist. Die Dampfmaschine eignet sich also besonders für Betriebe, die starke Anzugmomente brauchen und Schwankungen und Stößen der Belastung unterworfen sind; die Verbrennungsmaschine eignet sich hierfür nur, wenn man mechanische, hydraulische oder elektrische Getriebe einschaltet (Lokomotive, Kraftfahrzeug).

Bei der Dampfturbine wird der Druck des Dampfes in Geschwindigkeit umgesetzt und die Strömungsenergie an die Schaufeln des Laufrades abgegeben. Die Leistung wird erzielt durch kleine Kräfte, aber hohe Geschwindigkeiten, d. h. die Turbine arbeitet mit hohen Drehzahlen und kleinen Kräften, also geringen Abmessungen und Gewichten, schwächeren Gründungen und geringerem Raumbedarf. Bei der Kolbendampfmaschine wird dagegen im Zylinder der Druck des Dampfes unmittelbar über den Kurbeltrieb auf die Welle übertragen, und da der Kurbeltrieb nur geringe Drehzahlen zuläßt, so muß die Leistung dieser Maschine das Produkt aus kleinen Geschwindigkeiten und großen Kräften sein (teurer in Anschaffung und Aufstellung).

Nun arbeitet aber die Dampfturbine im Hochdruckteil mit ungünstigem thermodynamischen Wirkungsgrad, da bei hohem Druck und kleinem spezifischem Volumen des Dampfes die Schaufeln kurz und die Spaltverluste groß sind, die Kolbendampfmaschine dagegen mit günstigem

Abb. 1
Abhängigkeit des Dampfverbrauchs der Kolbendampfmaschine vom Gegendruck

thermodynamischen Wirkungsgrad; im Nieder ist der Wirkungsgrad der Turbine vorzüglich we langen Schaufeln und der verhältnismäßig kleine der der Kolbenmaschine dagegen schlecht, da möglich ist, bei sehr niedrigem Gegendruck de mit seinem riesigen spezifischen Volumen aus de der zu entfernen.

Daraus erklärt es sich, daß man der Kolben gern den Niederdruckteil nimmt und ihn als Damp ausführt. Es sei hier nur an die Schiffsmasch Bauer-Wach[2]) erinnert. Weiter geht daraus daß die Kolbenmaschine die gegebene Geg maschine ist. Hier tritt noch hinzu, daß man die felung der Dampfturbine für eine bestimmte Dam und für bestimmte Dampfgeschwindigkeiten e muß, also der Wirkungsgrad nicht nur bei Änd der Belastung, sondern auch bei Änderungen der menge (Zwischendampfentnahme) und Drehzahl über den der Berechnung zugrundegelegten Wer findlich sinken muß. Bei der Kolbenmaschine än dagegen der Dampfverbrauch bei veränderter kung der Zylinder mit Dampf nur wenig, Abb. 1, lich der Anteil der fast gleich bleibenden mech Verluste an der Gesamtleistung ein anderer wird

Die Wettbewerbfähigkeit der Kolbenmaschine über der Dampfturbine ist um so größer, je m ungünstig arbeitende Niederdruckteil ausgeschalt Bei Betrieb mit reiner Kondensation ist die Damp der Kolbenmaschine schon bei Leistungen über überlegen. Diese Grenze erhöht sich, wenn bei Z dampfentnahme der Niederdruckzylinder verhält weniger leistet, und noch mehr, wenn der Nied zylinder bei Einzylinder- oder Zwillings-Geg maschinen ganz verschwindet. Die obere Grenze 1500 PS, ja es gibt Einzelfälle, wo bei 2000 PS die Kolbenmaschine wirtschaftlicher ist, weil sie der Dampfersparnis die höheren Kosten der Ans und Aufstellung wettmacht.

Bei Leistungen über 2000 PS hat die Kolbe maschine, wenigstens bei Landanlagen, der Damp das Feld räumen müssen; denn bei diesen Le beginnt die niedrige Drehzahl der Kolbenmasch den Preis des elektrischen Teils der Anlage, de erzeugers, mit dem Kraftmaschinen dieser Grö wiegend gekuppelt sind, stark zu erhöhen. Beim antrieb liegt die Grenze höher, bei 3000 bis 400 hier der elektrische Teil fehlt und die im Nied raum, bei hoher Seewassertemperatur in schlecht leere, mitlaufende Rückwärtsturbine die Kolben bis zu dieser Grenze wirtschaftlicher macht.

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Kolbenma

Die Entwicklung der Kolbenmaschine na Kriege bewegt sich in der Richtung, daß man ge der Verbrennungsmaschine den thermischen Wi grad zu heben suchte, indem man Druck und Tem des Dampfes steigerte und den Arbeitsvorgang du ringerung der Verluste durch Droßlung, Wä tausch usw. verbesserte; man suchte ferner gegen Verbrennungsmaschine und der Dampfturbine paßfähigkeit der Kolbendampfmaschine an d dingungen der Kraft- und Wärmewirtschaft ausz und gegenüber der Dampfturbine die Baukoste Steigerung der Drehzahl zu verringern. Diese E lung ist heute noch nicht abgeschlossen.

Auf die Anwendung von Hoch- und Höch dampf, die Verringerung der Verluste durch Zw überhitzung, Gleichstromwirkung, Verhüten der fenbildung im Diagramm, Verkleinern der sch Räume mittels der Hochhub-Tellerventile usw. s unter Hinweis auf diese einschlägigen Aufsätze[3]) Zeitschrift nicht näher eingegangen.

Die Kolbendampfmaschine immer mehr an die nisse der Kraft- und Wärmewirtschaft anzupassen, Zeit wohl das Hauptbemühen der Dampfmaschi strukteure. Die Ziele der Kraft- und Wärmewi

[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1588.
[3]) z. B. Josse, Z. Bd. 68 (1924) S. 65; Noack, Z. Bd. 70 (19

mpf sind neben der Verringerung der Kessel-
bgas-, Maschinen- und Leitungsverluste: keine
in den Kondensator oder in die freie Luft entwei-
ı lassen, nur Hochdruckkessel zu betreiben, hohe
nicht in Drosselventilen zu vernichten, sondern in
ıschinen auszunutzen, in Wärmeverbrauchstellen
st niedrige Drücke zu verwenden, auch bei starken
kungen des Wärmebedarfs möglichst keinen Frisch-
zu verbrauchen und möglichst ohne Dampf- oder
speicher auszukommen.

Hauptziel ist aber die möglichst weitgehende Aus-
ıg des Kondensators und des Auspuffs in die freie
zusehen. Das größte Hindernis auf diesem Wege
stetige Schwanken des Kraft- und Wärmebedarfs
etriebes.

Kolbendampfmaschinen mit Zwischendampf-
hme zweigt man vom Aufnehmer eine Dampfent-
itung ab. Man läßt also nur einen Teil des der
ıe zugeführten Dampfes auch im ND-Zylinder Ar-
sten und regelt die Dampfentnahme durch Ver-
der Leistung des ND-Zylinders, wobei die Druck-
ıungen in der Entnahmeleitung diese Regelung ein-
Diese Regelung kann als Drossel- oder Füllungs-
; wirken.

en Entnahmeregler der ersten Art (Bauart Wumag)
Abb. 2 bis 4. Zwischen den Leitungen vom HD-
)-Zylinder und zur Entnahmestelle wird durch
)ucköl-Servomotor ein Drosselschieber betätigt,
Durchgang des Dampfes vom HD-Zylinder in den
nder oder in die Entnahmeleitung beeinflußt. In
nzstellungen wird entweder nur so viel Dampf in
-Zylinder geleitet, daß dieser nicht trocken läuft,
übrige Dampfmenge fließt der Entnahmestelle zu,
Dampf tritt ganz in den ND-Zylinder über, wäh-
Entnahmeleitung geschlossen bleibt.

ı kann also die Leistung der Maschine zwischen
l etwas über Halb ändern, wobei angenommen sei,
ı die Leistung zu gleichen Hälften auf HD- und
nder verteilt hat, und auf der andern Seite die
nemenge von null bis auf ungefähr 100 vH der in
schine eingeleiteten Dampfmenge steigern. Aller-
t diese Art der Regelung nicht ideal, da der ND-
r fast stets mit gedrosseltem Dampf arbeitet, was
bedingt. Man wendet diese Regelung nur noch
wo man sich nicht entschließen kann, die Steuerung
)-Zylinders umzubauen. Immerhin hat die Vor-
den Vorzug, daß man sie in Reihen herstellen
kurzer Zeit jede Verbundmaschine in eine Ent-
aschine umbauen kann.

taus gebräuchlicher sind Entnahmevorrichtungen,
n durch die Schwankungen des Entnahmedrucks
erung des NDI-Zylinders, d. h. dessen Füllung,
wird, u. zw. zwischen rd. 5 vH, damit der Zy-
icht leer mitläuft, und der Höchstfüllung von rd.

Abb. 4
Entnahmeregler, Bauart Wumag

70 vH. Abb. 5 zeigt eine unmittelbar wirkende Regelung dieser Art von A. Borsig. Der Aufnehmerdampf tritt über einen Tauchkolben *a* im Druckzylinder *b*, der mit der Einlaßsteuerung des ND-Zylinders in Verbindung steht. Die Gegenkraft wird durch zwei Federn *c* ausgeübt. Druckänderungen in der Entnahmeleitung lösen also Verstellkräfte zur Veränderung der Füllung des ND-Zylinders aus.

Die Einrichtung eignet sich aber nur für Steuerungen, die kleine Verstellkräfte erfordern (Ausklink-Steuerungen). Für andre Steuerungen benutzt man eine Servoeinrichtung, Abb. 6. Der Entnahmedampf wirkt hier auf einen Ölschieber *a;* dieser teilt Drucköl einem Zylinder *b* zu, der die Steuerung des ND-Zylinders verstellt. Diese Verstellung kann auch elektrisch erfolgen. Bei der Vorrichtung der Hanomag nach Abb. 7 und 8 betätigt ein mit der Entnahmeleitung verbundener Verstellzylinder in der Entnahmevorrichtung einen Kontakt; dadurch wird ein Elektromotor gesteuert, der auf die Steuerung des ND-Zylinders einwirkt.

Grundsätzlich haben alle Zwischendampf-Entnahmemaschinen den Fehler, daß immer ein Teil des Dampfes in den Kondensator entweicht, da der ND-Zylinder nicht ganz leer mitlaufen darf. Außerdem kann die Maschine bei voller Zwischendampfentnahme nie mehr als etwa die

Abb. 5
Unmittelbar wirkende, die Füllung des ND-Zylinders verändernde Entnahmevorrichtung von A. Borsig, Berlin-Tegel

a Tauchkolben
b Druckzylinder
c Federn zum Erzeugen der Gegenkraft

Abb. 2 und 3. Entnahmeregler, Bauart Wumag, Görlitz

Hälfte der Höchstleistung entwickeln, während kein Zwischendampf entnommen werden kann, wenn die Maschine ihre Höchstleistung abgeben soll. Leistung und Entnahmemöglichkeit wirken hier also einander entgegen, während der Betrieb vielfach das Umgekehrte verlangt.

Dem sucht man durch einstufige Maschinen mit Abdampfentnahme abzuhelfen. Sie haben in neuester Zeit stark an Boden gewonnen; denn sie kommen dem Bestreben entgegen, Dampf von möglichst niedrigem Druck für Heizzwecke zu verwenden, also das Druckgefälle möglichst restlos zur Krafterzeugung auszunutzen. Zudem wird bei steigender Überhitzung die Verbundwirkung immer entbehrlicher, da der Dampf meistens die Maschine noch trocken verläßt.

Für Maschinen mit Abdampfentnahme gibt es verschiedene Anordnungen. Die einfachste ergibt sich, wenn man dauernd mehr Abdampf braucht, als dem Kraftbedarf des Betriebes entspricht. Dann arbeitet die Maschine als reine Gegendruckmaschine, d. h. der ganze Abdampf geht ins Heiznetz.

Abb. 6
Entnahmeregler mit Füllungsregelung und Servomotor, Bauart Wumag

a Ölschieber *b* Druckölzylinder

Abb. 8
Entnahmeregler, Bauart Hanomag

Abb. 7
Elektrisch gesteuerte Füllungsregelung für Entnahmemaschinen, Bauart Hanomag

In einem andern Falle sind z. B. zwei Masch handen, die mechanisch (Kurbelwelle oder Tran oder elektrisch (Stromerzeuger, Netz) gekuppelt Abb. 9 ist Maschine *A* eine Einzylindermaschi Leistung entsprechend dem Abdampfbedarf du ändern der Füllung geregelt wird, wobei der gan in die Abdampfleitung geht. Maschine *B* ist eine maschine mit Kondensation, die den Mehrbedar stung gegenüber Maschine *A* deckt und bei sc dem Bedarf an Leistung geregelt wird. Sie k eine Einzylindermaschine sein, die mit Kondensa bei großem Grundbedarf an Abdampf, mit Ge arbeitet. Man muß aber dafür sorgen, daß die M nicht durchgehen, wenn mehr Abdampf gebrau als der Summe ihrer Leistungen entspricht. M dann den Bedarf an Abdampf zum Teil aus de dampfleitung oder aus Speichern. Diese Anor dann am Platze, wenn man die Leistung eine durch Aufstellen einer zweiten Maschine erhöhe

Nach Abb. 10 kann man die Leistungs- und regelung auch in einer und derselben Maschine v Beim Zylinder *A* wird durch den Entnahmereg Leistung verändert, während die Leistung von Z

Abb. 9
Abdampfentnahme aus gekuppelten Maschinen

A Einzylinder-Dampfmaschine *B* Verbunddampfmaschine mit Kondensation

Abb. 10
Tandem-Zwillingsmaschine mit vereinigter Leistungs- und Entnahmereglung, Bauart Hartmann
a Entnahmeregler für Heizdampf-Entnahmezylinder *A* *b* Geschwindigkeitsregler für Kondensationszylinder *B*

nen Geschwindigkeitsregler *b* eingestellt wird. Zu ist, daß dieser Regler beim Überschreiten der riebenen Drehzahl auch im Zylinder *A* die kleinste einstellt. Im übrigen geht auch bei dieser An- Dampf an die Kondensation verloren, da Zylin- cht ganz leer mitlaufen darf.

en Nachteil vermeidet man nach Abb. 11. Hier noch ein Zylinder vorhanden. Die Deckelseite *B* mit Abdampfentnahme und Entnahmeregler *a*, die ite *A* mit Kondensation und Regelung der Lei- ittels des Geschwindigkeitsreglers *b*. Auch hier bei Drehzahlüberschreitung beide Seiten auf die illung eingestellt; doch ist hier auf der Seite *A* eerlauf möglich.

bei den Anordnungen nach Abb. 10 und 11 läßt Abdampfentnahme nur bis zu der der halben stung entsprechenden Dampfmenge im Gegensatz zu den Maschinen mit dampfentnahme kann man aber hier stleistung die größte Dampfmenge ent- Solche Anlagen passen sich also den erhältnissen leichter an.

weiteren Schritt in dieser Richtung die Einzylinder-Entnahmemaschine der tarke & Hoffmann, Abb. 12 und 13. den auf jeder Seite zwei Auslaßventile ndergeschaltet, ein Ventil *a*, das vom nabhängig und auf feste Vorausströ- rd. 10 vH und 10 vH Verdichtung ein- t, sowie darunter ein Ventil *b*, das Entnahmeregler beeinflußt wird und feste Vorausströmung von rd. 10 vH, nderliche Verdichtung zwischen 30 und gibt. Im letzteren Fall öffnet sich das erhaupt nicht. Der Raum hinter die- til steht mit dem Kondensator, der ischen den Ventilen *a* und *b* mit der leitung in Verbindung. In diesem l noch Rückschlagventile *c* angeordnet, schließen, wenn der Druck unter den druck sinkt.

ein Abdampf entnommen werden, so das Ventil *b* voll und stellt, wie bei öhnlichen Einzylinder-Kondensations- 30 bis 40 vH Verdichtung ein, die bis ießen von Ventil *a*, also bis zu rd. 10 vH vor dem Totpunkt, mit dem zusätzlichen schädlichen Raum zwischen den Ventilen *a* und *b* stattfindet, da die Rückschlagventile geschlossen sind. Bei Dampfentnahme stellt der Abdampfregler höhere Verdichtung ein, und vom Beginn der Vorausströmung bis zum Ende der Verdichtung ist der Zylinder mit dem Kondensator verbunden. Von da ab aber steigt der Druck im Zylinder, bis der Entnahmedruck erreicht wird; dann öffnen sich die Rückschlagventile, und der Abdampf wird in die Entnahmeleitung ausgeschoben, bis das Ventil *a* bei 10 vH vor dem Totpunkt den Zylinder abschließt.

Je größere Verdichtung das Ventil *b* einstellt, um so mehr Abdampf wird entnommen. Bei voller Abdampfentnahme bleibt das Ventil *b* geschlossen, gelangt also kein Dampf in die Kondensation. Die Diagramme in Abb. 14 und 15 zeigen die verschiedenen Stufen des Entnahmebetrie-

Abb. 11
Einzylindermaschine mit vereinigter Leistungs- und Entnahmereglung, Bauart Hartmann
a Entnahmeregler der Deckelseite *B* des Zylinders *b* Geschwindigkeitsregler der Kurbelseite *A* des Zylinders

a, b Auslaß[ventile]
c Rückschla[gventil]

Entnahmeleitung
Frisch[dampf]
Kondensa[tion]

Abb. 12 und 13
Einzylinder-Entnahmemaschine, Bauart Starke & Hoffmann, Hirschberg i. Schl.

bes. Die Bauart hat den Vorteil, daß man an Abdampf bis zu 100 vH der der Maschine zugeführten Dampfmenge entnehmen und die Leistung bis zum Höchstwert steigern kann, auch wenn kein Abdampf gebraucht wird. Selbst bei voller Abdampfentnahme kann die Leistung fast den Höchstwert erreichen, wenn man von dem Diagrammstreifen unter der Gegendrucklinie absieht. Bei voller Entnahme geht auch kein Dampf an die Kondensation verloren.

Einschaltung der Maschine in die Kraft- und Wärmewirtschaft

Alle Vorrichtungen zur Zwischendampf- und Abdampfentnahme haben das Merkmal, daß man im äußersten Fall nur so viel Dampf entnehmen kann, wie der Maschine als Frischdampf zugeführt wird. Verlangt der Betrieb mehr Dampf zu Heizzwecken, so muß man entweder Kesseldampf oder Speicherdampf zusetzen; das geschieht vielfach selbsttätig, wenn die Entnahmevorrichtung ganz offen ist und der Entnahmedruck trotzdem wegen des großen Bedarfs an Heizdampf weiter sinkt. Frischdampfzusatz verschlechtert aber die Wirtschaftlichkeit, weil Druckenergie verloren geht oder ein kostspieliger Dampfspeicher notwendig wird. Mitunter kann man sich so helfen, daß man benachbarte Betriebe kraft- oder wärmewirtschaftlich kuppelt, also überschüssigen Abdampf (Kraftwerke) an fremde wärmeverbrauchende Betriebe (Fernheizung) abgibt oder überschüssige Energie aus Betrieben mit starkem Wärme-, aber geringem Kraftbedarf (z. B[.] fabriken) in ein fremdes Netz speist.

Die Einschaltung der Kolbendampfmaschine[n in die] Kraft- und Wärmewirtschaft hat zu mannigfalt[igen An]ordnungen geführt. Eine Anlage, die die An[passungsfähig]keit der Kolbendampfmaschine besonders kla[r zeigt,] Abb. 16, wurde von A. Borsig für eine Spinnere[i in Schle]sien geliefert. Die Zweikurbelmaschine hat zwe[i gleiche] Zylinder, arbeitet mit Gegendruck und läßt sich be[i ...] Kraftbedarf als Zwillingsmaschine oder als [V...]maschine (Zylinderverhältnis 1 : 1) mit Zwisch[endampf]entnahme betreiben, wobei die ND-Seite allerding[s ...] leistet, oder endlich für den Notfall als Einzylinderm[aschine,] wenn die andere Seite ausfällt. Der Drehzahlreg[ler wirkt] entweder auf die rechte oder auf die linke Seite [oder auf] beide Seiten, der Entnahmeregler und die Steu[erung] lassen sich auskuppeln. Beim Ausschalten der e[inen Ma]schinenseite muß man natürlich auch die Schubst[ange ab]hängen. Alle übrigen Umstellungen werden dur[ch Lösen] oder Einlegen einfacher Kupplungen sowie du[rch Um]legen von Wechselventilen ausgeführt.

Steigerung der Drehzahl

Die Steigerung der Drehzahl als Mittel, die [Leistung] der Maschine zu erhöhen, liegt zu nahe, als daß [man sie nicht] auch bei Kolbendampfmaschinen nicht immer zu[...] hätte. Leider mit nur geringem Erfolg, we[...]

Abb. 14
Einzeldiagramme eines Betriebes mit Entnahmemaschine bei verschieden starker Entnahme
550 mm Zyl.-Dmr., 650 mm Hub, 150 Uml./min, 350 bis 400 PS_i, 9,4 at, 275° C Frischdampf, 2,4 at Entnahmedampf

Abb. 15
Fortlaufende Diagramme eines Betriebes mit Entnahmemaschine
370 mm Zyl.-Dmr., 750 mm Hub, 102 Uml./min, 120 bis 170 PS_i, 10,5 at, 300° C Frischdampf, 0,95 at Entnahmedruck

Abb. 16
Zweizylindermaschine von A. Borsig für eine Spinnerei in Ostasien

Abb. 17
Liegende Dampfmaschine von Rich. Hartmann, Chemnitz, für 350 Uml./min mit Kerchhove-Kolbenventilen in Verbindung mit Collmann-(Freifall-)Steuerung

leinen stehenden Schiebermaschinen absieht, die man chtmaschinen oder zum bequemen Antrieb von Ven- en usw. ohne Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit u rd. 700 Uml./min ausgebildet hat. Dem Fernerden scheint es befremdlich, daß man bei leichten Ver- ungsmaschinen, die doch auch Kolbenmaschinen sind, bei Leistungen von vielen Hunderten PS Dreh- von 1000 und 2000 Uml./min im Dauerbetrieb zu- während die Kolbendampfmaschine bei Leistungen 100 PS nur vereinzelt über Drehzahlen von 200 Uml./ inausgekommen ist.

ie Schwierigkeiten, die sich da in den Weg stellen, ußerordentlich groß und verschiedener Art. Bei der ennungsmaschine steht für das Ansaugen des Ge- es in den Zylinder ein ganzer Hub zur Verfügung. ubereitung der arbeitsfähigen Ladung erfolgt im Zy- . Die Dampfmaschine bezieht das fertige Arbeits- aus dem Kessel; dieses muß aber während eines teils des Hubes in den Zylinder befördert werden. also schon schwierig, bei üblichen Drehzahlen für rze Dauer des Dampfeintritts so viel Querschnitt zu en, daß keine übermäßige Droßlung stattfindet, so lies für hohe Drehzahlen fast zur Unmöglichkeit, da lzen und Gestänge der Steuerung den Beschleuni- kräften nicht gewachsen sind, die bei hohen Dreh- auftreten. Ähnlich ist es auch bei den Auslaßquer- en. Zwar stehen für den Auslaß längere Zeiten zur ung als für den Einlaß, dafür hat aber der Dampf der Dehnung ein vielmal größeres spezifisches en.

azu kommt die Schwierigkeit, die Massenwirkungen riebwerkes zu beherrschen. Die leichte Verbren- maschine ist einfachwirkend. Kolbenstange und kopf entfallen. Kolben und Schubstange sind bei dung von Leichtmetallen leicht, die umlaufenden n durch Gegengewichte an den Kurbeln, die Wir- n der hin- und hergehenden Massen durch geeignete erzahl und Kurbelversetzung innerhalb der Maschine lichen.

nfachwirkende Kolbendampfmaschinen hat man da- bisher nicht mit Erfolg herstellen können. Das am entlang in das Kurbelgehäuse übertretende Dampf- sat vermischt sich mit dem Schmieröl im Kurbel- e, während dieses durch das Triebwerk hochgeschleudert wird und in den Expansionsraum gelangt, wo es den Dampf verunreinigt und beim Rückspeisen Kesselschäden hervorruft. Werden aber doppeltwirkender Kolben und Kreuzkopf beibehalten, so lassen sich die Massen nicht wesentlich verringern, da man wegen der hohen Temperaturen im wärmeisolierten Zylinder — im Gegensatz zu den gekühlten Zylindern der Leichtmotoren — und der damit verbundenen großen Ausdehnungen für Kolben und Kolbenstange keine Leichtmetalle anwenden kann.

Die Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann, Chemnitz, hat trotz dieser Schwierigkeiten eine größere liegende Dampfmaschine für 350 Uml. min betriebsicher und mit hohem Wirkungsgrad durchgebildet[4]). Hierbei kamen die Vorteile der von dieser Fabrik seit 1905 verwandten Kerchhove-Kolbenventile in Verbindung mit der neuen Collmann-(Freifall-)Steuerung, Abb. 17, gut zu statten. Die Ausklinksteuerung übt, auch bei hohen Drehzahlen, nur ganz geringen Rückdruck auf den Regler aus, im Gegensatz zu allen Zwanglauf- und kraftschlüssigen Steuerungen. Anderseits erlaubt gerade das Kolbenventil die Anwendung der Ausklinksteuerung, da es wegen seiner großen Überdeckungen auch bei kleinen Füllungen noch große Hübe ermöglicht. Im Gegensatz zu den Aufsetzventilen, die mit der Geschwindigkeit null öffnen und schließen, gibt das Kolbenventil schnell genügenden Querschnitt frei, da man die Überdeckungen so bemessen kann, daß die Eröffnung gerade bei der größten Ventilgeschwindigkeit beginnt und endet. So erzielt man hier auch bei Drehzahlen von 350 Uml./min noch fast ungedrosselte Diagramme.

Die Massenwirkung der Triebwerkteile, die von der gebräuchlichen Anordnung nur wenig abweichen, wird durch sorgfältige Durchbildung der Druckölschmierung bekämpft. Aus den Versuchen von Polster[5]) geht hervor, daß die Gefährlichkeit der Stöße im Triebwerk, die der Druckwechsel in der Nähe der Totpunkte hervorruft, nicht von der Lage des Druckwechsels, sondern vom Maß des Druckanstiegs abhängt, d. h. von der Drehzahl und von dem Winkel, unter dem die Überdrucklinie die Nulllinie schneidet. Hieraus folgt zunächst, daß sich Gegendruckmaschinen für hohe Drehzahlen besonders gut eignen. Außerdem haben diese Versuche gezeigt, daß bei ange-

[4]) Vergl. „Hochdruckdampf", Berlin 1924, VDI-Verlag, S. 58.
[5]) Forschungsarbeiten, herausgeg. vom V. d. I., Heft Nr. 172/73.

Abb. 18 und 19. Stehende schnellaufende Gleichstrom-Dampfmaschine der Ames-Iron-Works, Oswego N. Y.
a Nockenwelle für die Einlaßsteuerung *b* Achsenregler

messenem Lagerspiel die Druckstöße am Kreuzkopfbolzen und am Kurbelzapfen stark gemildert werden, wenn man genügend zähflüssiges (gekühltes) Öl unter hinreichendem Druck zuführt; als Öldruck an der Lagerstelle hat sich 0,7 at schon als genügend erwiesen. Diese Feststellungen hat man bei der Entwicklung der raschlaufenden Dampfmaschine Bauart Hartmann benutzt. Die verhältnismäßig kleine Maschine hat als mechanischen Wirkungsgrad 95 vH und (bei der ungünstigen Eintrittsspannung von 6 at) als thermodynamischen Wirkungsgrad ebenfalls 95 vH ergeben.

Zur Behebung der Dampfeinlaßschwierigkeiten bei hohen Drehzahlen hat Stumpf als Ersatz für das gebräuchliche, oft undichte Doppelsitzventil ein Tellerventil[6]) ausgeführt, das geringere Masse hat und zur Erzielung genügender Durchgangsquerschnitte besonders hoch angehoben wird. Der Antrieb für die Steuerung wird von einer Welle mit doppelter Drehzahl der Maschine abgeleitet.

Eine bemerkenswerte Bauart schnellaufender Dampfmaschinen aus dem amerikanischen Dampfmaschinenbau ist eine stehende vierzylindrige Gleichstrom-Auspuffmaschine, von 500 PS bei 360 Uml./min, Abb. 18 und 19, die die Ames-Iron-Works, Oswego N. Y., in Reihen herstellen. Merkmale dieser Maschine sind: Auspuffbetrieb — im amerikanischen Dampfmaschinenbau tritt immer noch Wirtschaftlichkeit gegenüber Leistungsfähigkeit zurück —, vier Zylinder zum besseren Ausgleich der Massenwirkungen bei 180° Kurbelversetzung (zweite und dritte Kurbel unter 90°), Gleichstromwirkung, also Fortfall der Auslaßsteuerung und die Möglichkeit, reichliche Auslaßquerschnitte unterzubringen. Die Einlaßsteuerung betätigt eine vor den Zylindern liegende Nockenwelle *a*, die ähnlich wie bei Fördermaschinen durch einen Achsenregler *b* axial verschoben wird. Hierdurch werden die hin- und hergehenden Massen der Steuerung auf das äußerste Maß beschränkt.

Das Triebweerk wird mit Drucköl geschmiert. Beachtenswert sind Maßnahmen, die die billige Herstellung ermöglichen sollen: je zwei Zylinder sind in einem Block gegossen, Ventiltaschen und Steuerwellengehäuse sind abschraubbar, die Kurbelwelle ist nur dreimal gelagert. Derartige Maschinen werden fast ausschließlich mit [...] erzeugern gekuppelt. Zur Zeit ist das Werk da[...] Strömungsenergie des Auspuffdampfes in einer Düs[...] den Auspuffschlitzen und einem gemeinsamen Diff[...] der Auspuffleitung auszunutzen, also den Dampf a[...] Zylinder abzusaugen (Saugauspuff), damit die D[...] weiter gesteigert werden kann.

[6]) Z. Bd. 70 (1926) S. 672.

Die weitere Entwicklung der Kolbendampfm[...] wird in hohem Maße davon abhängen, daß es der [...] stofftechnik gelingt, neben hohen Drücke[...] Temperaturen über 410 °C zu beherrschen, über [...] bis heute noch nicht hinausgehen durfte. Zur [...] Erhöhung der Drehzahlen fehlen ferner Leichtmet[...] bei geringem spezifischen Gewicht und hoher F[...] auch bei hoher Temperatur geringe Dehnungen au[...] Von der Schmiermitteltechnik wird noch ein w[...] Schmieröl erwartet, das bei hohem Verdampfpunk[...] Überhitzungen und Kolbengeschwindigkeiten übe[...] der heutigen oberen Grenze, erlaubt.

Je besser sich diese Hoffnungen erfüllen, um s[...] wird die Kolbendampfmaschine in ihr ureigenes [...] das Hochdruckgebiet, abwandern und das Niederd[...] biet mit Abdampfverwertung der Dampfturbine übe[...] Man wird bei Vorschaltmaschinen mit hohem Eintrit[...] und hohem Gegendruck auf die Verbundwirkung [...] ten können, da sie nur im Bereich hoher Über[...] arbeiten. Hohe Drehzahlen werden Vermehrung de[...] der zur Erzielung guten Massenausgleichs und [...] Gleichganges bedingen. So werden sich die Kolbe[...] maschinen immer mehr den leichten Verbrennungs[...] nen nähern. Ob es allerdings angängig ist, b[...] hohen Drehzahlen die Steuerbewegung zwangläufig[...] Gestänge auf die Ein- und Auslaßorgane zu übertra[...] fraglich. Übertragungsmittel, die mit Druckwasser, [...] öl, Dampf oder Druckluft arbeiten, sind in den A[...] schon vorhanden und bieten vielleicht einen Ausw[...]

Welche Möglichkeiten der Kolbendampfmaschin[...] offen stehen, mag man daraus ersehen, daß eine s[...] laufende Höchstdruck-Vorschaltmaschine von den [...] sungen und der Drehzahl der Maschine in Abb. 18 [...] bei 60 at abs Anfangsdruck und 10 at abs Gege[...] (p_m = 18,7 at) 3500 PS leisten würde. [B [...]

Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen

Von Prof. Dr.-Ing. Sachsenberg, Dr.-Ing. Osenberg und cand. ing. Gruner, Dresden

Es wird ein neues Meßgerät beschrieben, das mit Hilfe elektrischer Schwingungen trägheitsfreie Messungen an Werkzeugmaschinen sowie Feststellung von Induktivitätsveränderungen und Lageveränderungen kleinster Art gestattet. An einer Reihe von Beispielen wird die Wirkungsweise erklärt.

der Untersuchung der verschiedensten Bean-
ıruchungen in der Technik, z. B. bei Werkzeug-
aschinen, war man bis heute auf verhältnismäßig
npfindliche und nicht trägheitsfreie Meßgeräte an-
, wie Meßdose, Feder, Hebelwagen u. ä. Auch
ın auf die feineren Verfahren, z. B. mit dem Oszil-
n übergeht, muß man doch träge Vorrichtungen
en, soweit es sich nicht um reine Schwingungs-
handelt. Diese Übelstände machten sich auch
tut für Werkzeugmaschinen-Untersuchungen und
gsverfahren an der Technischen Hochschule zu
bei den verschiedensten Forschungen an Werk-
hinen und Werkzeugen fühlbar, so daß ein Meß-
funden werden mußte, das mehr leistete als die
n und das nach Möglichkeit auch eine Übertra-
n der Meßstelle an geschützte Untersuchungsstel-
in die Hörsäle erlaubte. Man erstrebte ein leicht
s mit der zu untersuchenden Stelle nicht fest ver-
s Meß- und Aufnahmegerät; an der Meßstelle soll-
leicht anzubringende einfache Meßmittel vorhan-
. Die Eigentümlichkeit der Vorgänge erforderte
regelbare Empfindlichkeit des Aufnahmegeräts.
ßdose[1]), die bisher immer benutzt wurde, ist in
eßbereich beschränkt. Bei dem Gerät sollte der
ich für jede neue Lage leicht und sicher in kurzer
jeden verlangten Bereich ohne wesentliche Ver-
zen einzustellen sein.

n diese Aufgaben traten andere, die der Psycho-
Physiologe zu lösen hat und die am besten ge-
len können, wenn der Meßbereich des Gerätes in
Jmfang verändert werden kann. So entstand im
enarbeiten der drei Verfasser mit dem Psycho-
r. Wohlfahrt ein Gerät, das die Bedingungen
Abb. 1.

trische Hochfrequenz-Schwingungskreise sind sehr
ich gegen kleinste Veränderungen. Ihre Eigen-
; ist bestimmt durch ihre Kapazität und Induktivi-
nn man also den Meßgegenstand mit zwei Kon-
platten so verbindet, daß diese infolge der zu untersuchenden Veränderungen einander nähern oder von einander entfernen, so ist die Frequenz eines mit dem Kondensator verbundenen Hochfrequenz-Schwingungskreises abhängig von den Veränderungen des Meßgegenstandes. Man braucht nur die Frequenz des Schwingungskreises aufzuzeichnen, um ein genaues Bild der Vorgänge am Meßgegenstand zu erhalten. Das Gerät zeichnet die Frequenzänderungen als helle und dunkle Streifen auf den lichtempfindlichen Papierbelag einer Trommel, die während ihrer Drehung gleichmäßig in Achsenrichtung verschoben wird. Der Vorteil dieser Anordnung liegt neben der Trägheitslosigkeit auch in der Möglichkeit, die Ordinatengröße der Aufzeichnungen in weitestem Maße zu verändern, also verschiedene Meßbereiche zu benutzen. Dies wird sehr einfach erreicht, indem man entweder den Flächeninhalt der Kondensatorplatten verändert, oder indem man die Platten in größerer oder geringerer Entfernung von einander anordnet.

[1] vgl. Z. Bd. 70 (1926) S. 317.

Abb. 1
Meßgerät, geöffnet

Aus der Art der Aufzeichnung ergibt sich die Berechnung des Zeitunterschiedes T zweier Aufnahmepunkte eines Schaubildes. Bezeichnet

h den Streifenabstand im Schaubild in mm,
n die Zahl der Trommelumläufe in 1s,
u den Umfang der Trommel in mm,
y_1 und y_2 die Ordinaten der beiden Punkte in mm,
l den Abszissenunterschied in mm,

und setzt man

$$\frac{u}{h} = c_1, \text{ so ist}$$

$$T = \frac{u + y_2 - y_1 + c_1 l}{u n} \text{ s.}$$

Will man einen Vorgang von t s Dauer über einer Abszissenlänge von a mm aufzeichnen, so muß die Trommel in 1 s

$$n = \frac{a}{h t}$$

Umläufe machen.

Für Vorführungszwecke (Hörsäle) werden die Frequenzänderungen durch Überlagerung einer gleichbleibenden Hochfrequenzschwingung hörbar gemacht; die Höhe des entstehenden Schwebungstones richtet sich nach den Veränderungen am Versuchsgegenstand. Auch dieses Verfahren ist höchst empfindlich und unabhängig von der räumlichen Entfernung von Aufnahme- und Beobachtungsort.

Für die Anwendung seien hier einige Beispiele gebracht. Die Messung der drei Druckkräfte am Drehstahl wurde bisher entweder am Meßschlitten[2]) von Losenhausen oder mit getrennten Meßdosen vorgenommen.

Abb. 2 zeigt diese Messung nach dem neuen Verfahren. Der Kondensator ist am Stahl und am Schlitten selbst angebracht, so daß die Schwingungen des Schlittens die Messung nicht beeinträchtigen. Selbstverständlich kann ein Kondensator auch in der zweiten Seitenrichtung angebracht werden, so daß durch abwechselnde Einschaltung des einen oder des anderen Kondensators die zwei Kräfte gleichzeitig in dem Schaubild aufgezeichnet werden, und zwar übereinanderliegend. Der Rückdruck würde im Schlitten selbst durch einen dritten Kondensator, der abwechselnd mit eingeschaltet werden könnte, gleichzeitig gemessen und auf dem gleichen Bildstreifen aufgezeichnet werden.

In Abb. 4 ist die Aufzeichnung der Messung wiedergegeben. Das Schaubild macht zunächst einen unregelmäßigen Eindruck. Dies war aber in diesem Fall beabsichtigt, um möglichst große Veränderungen des Stahldruckes zu zeigen. Die Strecke a zeigt die erste ganz

[2]) „Maschinenbau" Bd. 4 (1925) S. 176.

Abb. 2
Einbau des Aufnahmekondensators an der Drehbank

Abb. 5. Einbau des Aufnahmekondensators dem Torsionstück der Bohrmaschine

leichte Zustellung mit leichtem Einhaken des Stahles, *b* zeigt eine kräftigere, kurze Zustellung, worauf der Stahl zurückgenommen wurde; *c* zeigt eine längere Zustellung etwa gleicher Größe, bei der Schwingungen des Stahles durch Einhaken, das mit dem Auge nicht zu beobachten war, stattgefunden haben. Die Strecke *d* zeigt zweimaliges sehr kurzes Einstechen; *e* zeigt die Beanspruchung des Stahles beim Längsdrehen, ebenso die Strecke *f* bei kurzem Längsdrehen und die Strecke *g* beim Längsdrehen mit geringer Spandicke. Die Zeitdauer der Messung betrug etwa 30 s. Selbstverständlich kann man jede beliebig lange Zeit, bis zu Stunden, auf dem Bildstreifen aufnehmen; dann treten natürlich die ganz kurzen Feinheiten mehr zurück

Am Hobelstahl wird der Meßkondensator ebenso eingespannt wie beim Drehstahl. Hieraus ist das Schaubild, Abb. 4, entstanden. Das Werkstück war absichtlich schief eingespannt, so daß der Span zunächst dünn war und immer dicker wurde. Außerdem war die Oberfläche nicht eben. Die Hobellänge betrug nur 20 mm; infolgedessen sind die Lichtlinien, die die Beanspruchungen zeigen, sehr schmal geworden. Lichtlinie *a* zeigt die Beanspruchung des Hobelstahles über die Fläche von 20 mm hinweg, und zwar in mehreren Stufen. Man sieht zunächst deutlich das Ansteigen der Beanspruchungen gegen Ende des Hobelganges. Die Lichtlinie *b* zeigt ein Aussetzen des Stahles infolge der Unebenheit der Fläche. Beachtenswert ist die Lichtlinie *c*. Der Hobelstahl setzt bei *c* ein, kommt in ein Loch, der Druck hört auf, s wieder ein, und die Beanspruchung steigt höher. *d'* liegen die Verhältnisse entsprechend, nur ist nicht mehr vollständig ausgebildet. Bei der Flä mit Absicht eine Person in den Sendekreis hinei und hat die Übertragung gestört. Das zeigt die h findlichkeit des Gerätes natürlich auch gegen gen. Bei richtiger Verwendung kann man di findlichkeit jedoch für die verschiedensten M ausnutzen.

Abb. 5 zeigt den Einbau des Meßkondensator Bohrmaschine. Der Bohrer ist in ein Futter ein zwischen Spindel und Bohrer sitzt ein Verdrehu ähnlich dem Torsionsdynamometer[3]). Die beid des Dynamometers tragen die beiden Konde platten. Bei diesen Messungen sind die beid streifen, Abb. 6 und 7, entstanden.

Abb. 6 stellt dar, wie das Gerät für dr momente geeicht worden ist. Für wissenschaftl suche würde man zweckmäßig die Eichung in kleine Abschnitte zerlegen.

In Abb. 7 sieht man sehr deutlich das Arb Bohrers. Links setzt die Bohrspitze ein, geht im in das Metall hinein und bohrt auf der rechten Schaubildes voll. Zum Schluß zeigt sich noch du versetzung eine Steigerung des Drehmomentes über höhe hinaus.

[3]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 830 und Bd. 69 (1925) S. 353.

Abb. 3
Messen des Stahldruckes auf der Drehbank

Abb. 4
Messen des Stahldruckes beim Hobeln

ach Abb. 8 wurde die Durchbiegung eines Trägers sen. Hier sind die Ordinatenachsen nach unten ge- weil sich die Kondensatorplatten nicht wie bei den n Aufnahmen bei zunehmender Belastung vonein- entfernten, sondern näherten. Bei *a* ist eine mäßige, langsam zunehmende Belastung des Bal- bei *b* eine stoßartige, bei *c* und *d* eine etwas ruckartige ime der Belastung hervorgerufen worden. Die n sind nicht ganz ausgelaufen, weil die Einstellung eßbereich überschritt. Aus der Abbildung sieht man wie man Höhen- und Entfernungsveränderungen iedenster Art aufzeichnen kann, je nach Einstel- es Gerätes auf große oder geringe Empfindlichkeit.

n diesen Beispielen, die sich beliebig vermehren , kann man die Verwendbarkeit des neuen Geräts e verschiedensten Messungen an Werkzeugmaschi- rücken usw., zum Auswuchten und dergl. erkennen. rpunktverschiebungen jeder Art bei dynamischen tatischen Auswuchtungen sind leicht festzustellen, Druckverhältnisse an unzugänglichen Stellen und ngen an schnell laufenden Maschinen an allen Stel- e Spannungen ausgesetzt sind.

er Verwendungsbereich des Gerätes ist aber noch ; er läßt sich auch auf physiologische Erscheinun- usdehnen. Die Atmung wird häufig durch einen ischlauch, der um die Brust gelegt ist, in Verbin- mit einem Quecksilbermanometer gemessen. Weil m Gerät die Übersetzungsverhältnisse beliebig sind, en kleinste Änderungen des Quecksilberspiegels. 9 zeigt den Vorgang beim Atmen. Bei den Ab- en *a*, *b*, *d* und *e* wurde gleichmäßig geatmet, bei der e *c* wurde gehustet. Die Aufzeichnungen sind ab- gerundet, da Manometer und Luftpolster eine gewisse Trägheit besitzen. Will man die Form der Atmung genau feststellen, so muß man die Anordnung Abb. 10 wäh-

Abb. 10
Trägheitslose Atmungsmessung

Abb. 6
Eichung des Gerätes an der Bohrmaschine

Abb. 7
Messung des Bohrdrehmomentes

Abb. 8
Durchbiegung eines Trägers

Abb. 9. Schaubild der Atmungsmessung mit Luftschlauch und Manometer

Abb. 11
Schaubild der trägheitslosen Atmungsmessung

len, wobei man die Induktivität einer Spule durch die Annäherung des Brustkorbes beim Atmen verändert. Hieraus ist der Bildstreifen, Abb. 11, entstanden, der scharfe Spitzen zeigt. Die Strecken *a*, *b*, *d* und *f* zeigen regelmäßige Atemzüge, bei *c* ist gehustet und im Abschnitt *e* gesprochen worden.

In Abb. 12 ist die Anbringung des Kondensators auf dem Handgelenk zum Nachweis der Pulskurve dargestellt.

Das Anwendungsgebiet dieses Meßgerätes läßt sich noch beliebig ausdehnen. So könnte man die Stärke von Licht- und Wärmestrahlen durch das Ausweichen berußter Flächen infolge der Reaktionswirkung der Strahlen messen. Der Vorteil des Gerätes liegt besonders darin, daß es im luftverdünnten Raum, in dem diese Wirkung gemessen werden muß, sehr leicht anzubringen ist und daß auch ganz geringe Bewegungen mit beliebiger Vergrö trägheitslos übersetzt werden. Auch Schallvorgän sehr leicht zu verfolgen, indem die Erschütterun Membran an den verschiedensten Stellen aufgez wird. Die Änderung der Dielektrizitätskonstant Gas- und Flüssigkeitzusammensetzungen und den an festen Körpern, wie Kohlenstaub in Gasen, ka leicht messen und auftragen. Sehr wertvoll verspr Gerät auch für die Werkstoffprüfung zu werde mit ihm schon die kleinste Dehnung von Zerrei und ähnliche Bewegungen festzustellen sind. Zu sung der Ungenauigkeiten ebener Flächen kann rät benutzt werden, indem eine Kondensatorplatte über die Fläche geführt wird. Die Ungenauigkeit höhungen und Vertiefungen) verändern den zwischen der Fläche und der Kondensatorplatte u den auf dem Bildstreifen aufgezeichnet. Fernüber ist bei allen Messungen möglich.

Das neue Meßgerät wird zur Zeit im Versu für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge an der schen Hochschule Dresden weiter entwickelt. [E

Abb. 12
Pulsmessung

Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik

Der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik hielt am 27. Oktober seine 19. Hauptversammlung im Rahmen der Werkstofftagung in Berlin ab. In der Begrüßungsansprache wies der Vorsitzende, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Köttgen, auf die gewaltigen Fortschritte hin, die das Materialprüfungswesen in der letzten Zeit gemacht hat, und betonte die Bedeutung der Materialprüfung besonders für die industriellen Betriebe. Die Arbeiten des Verbandes, über die in der Mitgliederversammlung allgemein berichtet wurde, umfassen das gesamte Gebiet der Bau- und Werkstoffprüfung und zeigen, in welch großem Maße die Stoffkunde als Wissenschaft ein unentbehrliches Hilfsmittel der Technik geworden ist.

In Anlehnung an die Aufgaben der Werkstofftagung waren die im wissenschaftlichen Teile der Hauptversammlung gehaltenen Vorträge auf das Gebiet der Metalle abgestellt. Zunächst sprach Prof. Dr.-Ing. Nádai, Göttingen, über die Kinematik der plastischen Formänderungen[1]). An vielen Stellen, besonders in den Werken der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie, bilden die plastischen Formänderungen der Metalle den Gegenstand eingehender Forschung. Als ein überaus anschauliches Mittel zur Darstellung dieser Formänderungen haben sich die Gleitflächen erwiesen, deren Bildungsgesetze sich bereits weitgehend mit Mitteln der Mechanik voraussagen lassen. Zur Untersuchung der Plastizitätsbedingung diente eine Festigkeitsmaschine, in der Versuchskörper gleichzeitig auf Zug und Verdrehung beansprucht werden konnten. Eine weitere Versuchsanordnung gestattete die Erzeugung von zusammengesetzten Beanspruchungen der Probekörper auf Zug und Innendruck. Zur mathematischen Behandlung des Gleichgewichtzustandes von Massen im plastischen Zustande liegen verschiedene Ansätze vor. Folgende Aufgaben wurden kurz behandelt: das Pressen einer plastischen Masse zwischen zwei harten reibenden Platten, die Biegungsfrage, die Verdrehungsbeanspruchung und Fälle, bei denen ein hoher Druck auf eine kleine Fläche übertragen wird. Zur Unterstützung der theoretischen dienten Beobachtungen über die Gleitflächen in p beanspruchten Eisenstücken, von denen eine An Lichtbild vorgeführt wurde.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 317.

Prof. Dr.-Ing. Ludwik, Wien, behandelte das „Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes Werkstoffprüfung". Dieser Vortrag ist im vollen W in Nr. 44 S. 1532 dieser Zeitschrift erschienen.

Zum Schluß berichtete Prof. Dr.-Ing. Enßli lingen, über die Grundlagen der theoreti Festigkeitslehre. Seine Ausführungen sc sich an seinen Aufsatz „Die Festigkeitsaufgaben u Behandlung" in Nr. 43 S. 1486 dieser Zeitschrift an. die scheinbar einfachen Begriffe Elastizität und grenze, die bei der Festigkeitsrechnung unbedingt ge werden, sind in der letzten Zeit heftig umstritten Hingegen sind auf andern Gebieten der Werkstoffp und -forschung in den letzten Jahren bedeutsame schritte aufzuweisen, z. B. in der Kristall- und R forschung sowie in der Frage der Dauerfestigkeit.

Zur Aufstellung einer Festigkeitstheorie aus de bestand des inneren Stoffaufbaues ist es aber bis heu nicht gekommen. Die Schwierigkeiten hierbei liege darin, daß die Beanspruchungsgrenze, die durch de such festzustellen ist, einerseits den Anforderungen d nischen Praxis entsprechen, anderseits genau fe und einwandfrei durch den Versuch ermittelt sein mu sich hieraus für die Versuchsausführung und die W Versuchswerkstoffes ergebenden Anforderungen wu dem Vortrag besprochen. Es hat sich als besonders lich herausgestellt, der Tatsache der Werkstoffehler über eine klare Stellung zu finden, da mit fehle Werkstoff keine Gesetzmäßigkeiten zutage g werden können. Das Ergebnis dieser auch für den tiker wichtigen Fragen ist bei Versuchen über die Zu Drehstreckgrenze von Stählen verwertet worden, v die Lehrmeinung von der elastischen Arbeit bestätigt der zufolge der Werkstoff an die Fließgrenze gebrach wenn die elastische Arbeit in 1 cm³ Werkstoff ein jeweiligen Werkstoff und seiner Temperatur eigentü Grenzwert erreicht. [N 959]

Molenbau mittels eines 400 t-Schwimmkranes

Entwicklung des Molenbaus — Aufbau der Mole von Bari — Die im Molenbau gebräuchlichen Fördergeräte — Beschreibung des Windwerkes und der Blockaufnahmevorrichtung des 400 t-Schwimmkranes.

Schwimmkran von 400 t Tragkraft, erbaut von der Demag, Aktiengesellschaft, für den Hafen von Bari

'r Hebung des Osthandels werden in Italien an dem Hafen von Bari bedeutende Umbauten und Erweite-,ungen vorgenommen. Nach deren Fertigstellung er Hafen für etwa 300 Schiffe Liegeplätze an seiner hr 4000 m langen Hafenmauer bieten können, wovon als Mole frei ins Meer hinausgebaut werden. Die ise der Mole berücksichtigt alle Erfahrungen, die beim Bau und der Unterhaltung derartiger Hafen- gemacht worden sind.

e Entwicklung des Molenbaues ist ge-ichnet durch die allmähliche Verdrängung der Stein-ng durch gemauerte Steildämme. Die Böschungen olen aus Steinschüttungen flachen sich unter dem der Wasserbewegung nicht unwesentlich ab und sehr flach gehalten werden, wenn sie dem Angriff assers überhaupt Widerstand leisten sollen. Die hiervon ist ein ungewöhnlich hoher Aufwand an f ohne eine befriedigende Sicherheit des Bauwerks. insicht, daß eine Welle von einer senkrech-ıer zum größten Teile zurückgeworfen und nur in rem Maß gebrochen wird, wodurch die schädliche ıft zustande kommt, ließ die ursprünglich als den geschütteten Steinmolen aufgesetzten Mauern sprechender Vergrößerung zu dem eigentlichen örper werden. So besteht die Außenmole von Bari r mittleren Wassertiefe von 17,5 m aus einer etwa hen Steinschüttung und aus einer 10,8 m hohen Betonmauer, Abb. 1. Diese Mauerhöhe entspricht ungefähr den höchsten Sturmwellen, die durch die senkrechte Mauer zurückgeworfen werden sollen. Unterhalb dieser Grenzen ist die Bewegung und damit die zerstörende Kraft des Wassers gering, so daß die einfache Steinschüttung widerstandfähig genug ist und dabei noch den Vorteil einer guten Übertragung des Molengewichtes auf den Baugrund unter gleichzeitigem Ausgleich von Unebenheiten bietet. Die für die Hafenseite immer notwendige steile Molenwand, an der auch tiefgehende Seeschiffe anlegen können, ist bis zu genügender Tiefe ohne weiteres vorhanden.

Abb. 1
Querschnitt durch die Außenmole von Bari

Bei der Steinschüttung wird nach der meist üblichen Weise verfahren. Die Steine werden nach der Blockgröße gesondert, damit man für den Kern die kleineren und für die Außenschichten, der besseren Widerstandfähigkeit wegen, die schweren Steine verwenden kann. Da die Schüttung sehr tief liegt, kann auf der Seeseite eine Böschung von 1 : 2 eingehalten werden; die hafenseitige Böschung beträgt 1 : 1,5, so daß bei 23 m oberer Breite etwa 45 m Sohlenbreite erforderlich ist.

Die Betonmauer besteht aus drei Schichten von Betonblöcken, die mit 10 m Länge, 5 m Breite und 3,6 m Höhe und je 380 t Gewicht die größten bisher zu Hafenbauten verwandten Blöcke sind. Um Auswaschungen unter der Mauer zu verhüten, hat man auf einer 9 m breiten seeseitigen Berme 4 m breite Betonblöcke unmittelbar vor die Mauersohle gelegt. Auf beiden Seiten sind am Mauerfuß noch kleinere abschließende Steinschüttungen aufgebracht.

Die Betonblöcke werden am Ufer aus Puzzolanerde und einem tuffigen Kalkstein, die beide in der Nähe natürlich vorkommen, sowie aus Zement mit Sondermaschinen in etwa 6 h hergestellt und müssen bis zur völligen Erhärtung mehrere Monate an der Luft lagern. Die Hauptschwierigkeit bereitet die Beförderung der riesigen Blöcke. Um Beschädigungen hierbei zu vermeiden, muß man darauf achten, daß die Spannungen beim Aufnehmen der Blöcke in zulässigen Grenzen bleiben. Für den Entwurf der Aufnahmevorrichtung wurden 0,6 kg/cm² höchste Zugspannung und 25 kg/cm² höchste Druckspannung vorgeschrieben. Eine Erhöhung dieser Spannungen durch Einbringen einer eisernen Bewehrung verbot sich, nicht

40,7

Spur 7,0

RZ577Z3-5

Abb 3 bis 5
Aufbau des Schwimmkr
für 400 t

nur wegen der erheblichen Vergrößerung der Herstellkosten, sondern auch infolge des Umstandes, daß sie durch die Puzzolanerde doch in verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört worden wäre. Im Abstand von 5 m werden zwei annähernd quadratische Schächte von etwa 1,8 m Seitenlänge ausgespart, die unten in 65 cm Höhe um 1 m, also auf 2,8 m, vergrößert wird. In diese Schächte greifen die weiter unten beschriebenen Greiferpratzen ein.

Für die Beförderung der Blöcke vom Herstellungsplatz an Land zur Baustelle und für die Versenkung bestehen im wesentlichen zwei Möglichkeiten, die aber jede für sich die Schaffung eines brauchbaren Arbeitsgerätes bedingt. Einmal kann man die Baustoffe auf Fahrzeugen bis ans Ende des fertigen Teiles der Mole fahren, dann von einem auf der Mole fahrenden Drehkran nommen und versetzt werden. Der Kran baut a Weise die Mole vor sich auf. Für diesen Zweck im allgemeinen drehbare Portalkrane benutzt. D wendung von Portalkranen verbietet sich aber be der Mole von Bari durch die großen zu befördern wichte, für die die Hebeeinrichtungen auf der Mole unterzubringen sind. In Frage kam nur die zweite bauweise, bei der das Schüttgut und die Blöcke Wasserwege befördert und sodann an Ort und St geeignete Weise versenkt werden. Für diese B sind früher schon in mannigfacher Weise Vorric erdacht worden, d wegen ihrer Unsic geringen Tragf und Langsamkeit mehr in Frage k Der Schwimm mit eigenem Antr hier das geeignete und man findet ih reich und bis zu de ten Tragfähigkeit neuzeitlichen H verwendet.

MANUS

RZ577Z2

Abb. 2
Ansicht des 400 t-Kranes von der Auslegerseite aus

Aufbau des 400 t-Sch kranes

Der Schwimmk licher Bauart, geke net durch den schwenk- und wi Ausleger, ist allerdi vorliegende Arbeit brauchbar. Seine entspricht den Anfo gen des Werftbe der weite Ausladu außerordentliche Hö langt, wobei die La

Abb. 5

ɔn über längere Strecken meist am Last-
hängt, so daß ein größerer freier Raum
. Kranschiff weniger nötig und deshalb auch
beschränktem Umfang vorhanden ist. Bei einem
ıkran für Hafenbauten liegen die Verhältnisse
mgekehrt. Es wäre sehr zeitraubend, wenn jeder
ızeln von dem langsamen Schwimmkran zur Bau-
geschafft werden müßte. An Deck muß also ge-
Platz für mehrere Blöcke sein; hieraus ergibt sich
ı die Notwendigkeit, in größerem Maße mit den
agerechte Bewegungen ausführen zu können.
gebräuchlichsten Schwimmkrane können dieser
g nur unter Verwendung umständlicher Lenk-
ngen genügen, die bislang für schwere Krane
geführt worden sind, da bei ihnen größere wage-
wegungen nicht verlangt werden. Aus diesen Er-
ı heraus entstanden die Pläne für das brücken-
l Krangerüst des 400 t-Schwimmkranes für den
ri, s. Titelbild S. 1613 und Abb. 2[1]).

Stützen lassen sich bei dieser Bauweise zwanglos
lnen, daß eine große zusammenhängende Deck-
ei wird, die von der Katze bequem bestrichen
ann. Da sie nur eine geringe Höhe haben und
gungsmomente aufzunehmen brauchen, fallen sie
ht aus und beanspruchen selbst wenig Raum, so
Länge des Kranschiffes kaum durch sie beeinflußt
e Blöcke werden von Land aufs Schiff und umge-
n Versenken über die Bordwand hinaus durch die
Brücke fahrende Katze wagerecht befördert. Diese
rt ist nicht neu, schon im Jahre 1903 wurde ein
r Schwimmkran für die Schiffswerft Klawitter[2])
; von der Demag geliefert, doch konnte sich diese
. wie bereits angeführt, im Werftbetriebe nicht
ɔn.

Spannweite der Brücke von 40 m ergibt sich aus
rung, daß drei Blöcke bis zu 12 m Länge hinter-
zwischen den Stützen unterzubringen waren,
s 5. Der Brückenträger weist in seiner Stab-
g keine besonderen Merkmale auf und ist als ein-
tterträger ausgebildet. Seine Tragfähigkeit von
nt nur durch die auffallend schwere Ausführung
lruck. Die vordere Stütze ist als Pendelstütze
t, die hintere ist mit dem Brückenträger fest ver-
ıd ruht gelenkig auf dem Schwimmkörper. Man
lich bestrebt, die Ausladung des Kranes so weit
ch zu beschränken. Immerhin muß die Last
die Pendelstützen hinausgefahren werden, um
von der Kaimauer aufnehmen oder hart an der
vorbei versenken zu können. Die Katze läuft
Obergurt der Brücke; das Gewicht der Nutzlast
Katze wird durch 16 Rollen auf die Schienen
; je zwei Rollen sind in einem Ausgleichhebel

ast wird von zwei Flaschenzügen mit je sechs
sechs festen Rollen aufgenommen. Die festen
ıd in der Laufkatze befestigt, und die beiden

[1]) . a. Z. Bd. 71 (1927) S. 29.

[2]) rsgill, Schwimmkran von 60 t Tragfähigkeit, Z. Bd. 49 (1905)

unteren Flaschen mit den losen Rollen sind gelenkig mit einem schweren Kasten verbunden, der zum Wagerechthalten der Last dient. Eine gleichmäßige Verteilung der Last auf die beiden Flaschen ist somit gewährleistet.

Am Zwischenträger sind die Greiferpratzen angehängt, die oben von der Katzenplattform aus betätigt werden. Die beiden Hubseile sind mit einem Ende an der Katze angeschlossen, das andre Ende führt über Leitrollen im Krangerüst zu den Windwerken im hinteren Teile des Schwimmkörpers. Die Katze wird mittels Seilzuges verfahren, der beim Ausfahren durch zwei zweisträngige Flaschenzüge vorn an der Katze ausgeübt wird. Die entsprechenden Seile sind vorn an dem Ausleger befestigt, führen über die Rollen an der Katze zurück zu Führungsrollen am Auslegerende und gehen von dort das Brückengerüst entlang über Leitrollen zu den äußeren Katzfahrwinden. Wenn die Katze nach außen fährt, müssen natürlich die Hubseile nachgelassen werden. Das Einziehen der Katze unter Last geschieht durch einfaches Anziehen der Hubseile bei gleichzeitigem Nachlassen der äußeren Katzfahrseile.

Für das Einziehen ohne Last ist am inneren Ende der Katze, ähnlich wie soeben beschrieben, ein zweisträngiger Flaschenzug angebracht. In erster Linie soll dieser Flaschenzug jedoch ein unbedingtes Feststehen der Katze bei Schräglagen des Kranes gewährleisten.

Das Kranschiff ist 60 m lang, 30 m breit, 4,4 m hoch und hat bei Vollast einen Tiefgang von 2,8 m. Es ist durch Längs- und Querschotte ausgesteift. Seine Trimmlage wird außer durch einen festen Ballast von 260 t durch einen Wasserballast von 440 t aufrechterhalten, der durch eine Pumpe von 150 t/h Leistung umgepumpt werden kann. Das Kranschiff wird durch eine Dampfmaschine von 480 PS angetrieben, womit eine Geschwindigkeit bis zu 4 Kn erreicht wird.

Antrieb

Entgegen den ursprünglichen Plänen, die dampfelektrischen Einzelantrieb von Katze und Hubwerk vorsahen, wurde reiner Dampfantrieb eingebaut. Es verbot sich von selbst, die schwere Dampfmaschinenanlage nebst Windwerk oben in dem Krangerüst oder sogar auf der Katze unterzubringen. Man vereinigte vielmehr den gesamten maschinellen Teil im Hinterschiff. Diese Anordnung hat den weiteren Vorteil, daß Antriebmaschine wie Hubmaschine ihren Dampf aus demselben Kessel beziehen können, dessen Benutzungsdauer und damit Wirtschaftlichkeit beträchtlich erhöht wird.

Die Windendampfmaschine, eine Zweizylinder-Auspuffmaschine mit Kulissensteuerung, leistet bei 250 Uml./min und 7 at Dampfdruck etwa 105 PS. Der Dampfverbrauch beträgt 20 kg/PSh; der hohe Verbrauch erklärt sich aus der ungünstigen Arbeitsweise der Maschine, die unter Vollast anfahren muß und bei den dabei notwendigen großen Füllungen nur eine geringe Dampfausnutzung erreicht. Beim Senken der Last wird die Dampfmaschine nicht abgekuppelt, sondern läuft mittels entsprechender Einstellung der Kulisse als Verdichter und bewirkt eine gute Abbremsung. Ein Rückschlagventil an der Dampfzuleitung verhindert hierbei, daß die Druckluft in den Kessel gelangt. Diese entweicht vielmehr über ein Sicherheitsventil nach außen.

Das Windwerk

Neben der Dampfmaschine ruht auf einem kräftigen Rahmen aus Formeisen das Windwerk, Abb. 6 bis 9. Die Last hängt in den beiden Flaschenzügen an 24 Seilsträngen, die bei einem Durchmesser von 51 mm je eine Bruchfestigkeit von rd. 150 t haben. Für jeden Flaschenzug ist eine Winde vorgesehen. Bei etwa 24 m Gesamthub müssen bei 12 facher Flasche 288 m Seil aufgewickelt werden, wozu noch 40 m Seil kommen, wenn die Katze in äußerster Stellung innen steht. Es müssen also auf jeder Trommel rd. 328 m des 51 mm dicken Seiles untergebracht werden. Wollte man das Seil auf einfachen Trommeln in einer Lage aufwickeln, so würden die Trommeln so breit ausfallen, daß ihre Unterbringung in den durch die Längsschotte festgelegten Raum Schwierigkeiten bereiten würde.

Abb. 8. Antrieb der Katzfahrtrommeln, Schnitt *C-D* in Abb. 7, von rechts gesehen

Abb. 6 bis 9
Windwerk
des 400 t-Kranes

Abb. 9. Aufspeichertrommeln, Schnitt *A-B* in Abb. 7, von links g

Die Hubwinden wurden deshalb mit Doppeltrommeln als sogenannte Spillwinden ausgeführt. Hierbei umschlingt immer die gleiche Anzahl Windungen die beiden Trommeln, da von dem Seil immer gleich viel auf- und abläuft. Durch gleichlaufende, nicht schraubenförmige Rillen wurde außerdem erreicht, daß Auf- und Ablaufstelle ihre Lage nicht ändert. Das ablaufende Seil, das spannungslos ist, kann in mehreren Lagen auf Trommeln annehmbarer Größe untergebracht werden. Diese Aufspeichertrommeln müssen, da das Seil immer von derselben Stelle der Hubtrommeln abläuft, seitlich verschoben werden können, und zwar bei jeder Umdrehung um einen Rillenabstand; diese Seitenbewegungen sowie ihre Drehbewegungen erhalten die Aufpeichertrommeln unmittelbar von den Hubtrommeln durch Kette und Kettenrad, so daß sich der Kranführer um die Speichertrommeln gar nicht zu kümmern braucht.

Die Herabsetzung der hohen Drehzahl der Dampfmaschine wird durch eine vierfache Zahnradübersetzung erreicht. Unter Zwischenschaltung einer festen Kupplung treibt die Dampfmaschine über das erste Zahnradpaar die erste Zwischenwelle, die zwei verschieden große Zahnräder trägt, die durch Federbandkupplungen nach Bedarf mit der Welle verbunden werden können. Eine dritte kleinere Federbandkupplung unterstützt die ihr zunächst liegenden größeren. In diese beiden Zahnräder greift ein weiteres Paar Zahnräder ein, von deren Welle außer der Hubbewegung auch der Antrieb für die Katzfahrtrommeln abgeleitet wird. Es ist klar, daß beim Fahren der Katze die Last nur dann in gleicher Höhe bleibt, wenn Katzfahrseile und Hubseile um gleiche Beträge eingezogen oder nachgelassen werden, d. h. wenn sämtliche Trommeln von einer Stelle aus angetrieben werden. Sämtliche Hubrollen an den Flaschenzügen stehen dabei still, und eine beträchtliche Verminderung des Katzfahrwiderstandes ist dadurch gegeben. Die Fahrbewegung der Katze wird durch Schließen einer Federbandkupplung eingeleitet. Die Hubbewegung wird von der zweiten Zwischenwelle aus durch Zahnräder zu der dritten Zwischenwelle fortgeleitet, von wo aus sich der Antrieb zu den beiden Winden teilt. Ein drittes Räderpaar leitet zu dem Ritzel über, das zwischen den beiden Trommeln der Spillwinden liegt und das mit den unmittelbar an den Trommeln befestigten Zahnrädern die vierte und die letzte Übersetzungsstufe bildet.

Die Katzfahrtrommeln werden von der zweiten Zwischenwelle aus durch zwei Rädervorgelege angetrieben, die beiden äußeren Trommeln sind für das Ausfahren, die mittlere für das Einfahren ohne Last und Festhalten der Katze bei Schräglagen bestimmt.

Beim Heben und Senken mit etwa 0,4 m/min Geschwindigkeit ist immer der kleinere Trieb, d. h. die größere Übersetzung, auf der ersten Vorgelegewelle gekuppelt. Nur für das letzte Stück des Senkens, wenn der Betonblock dicht über seiner endgültigen Lage schwebt, soll mit vierfacher Geschwindigkeit, also rd. 1,6 m/min, auf Wink des Tauchers gesenkt werden können; nur für diesen Fall ist die zweite Übersetzung vorgesehen. Auch beim Katzfahren mit 4,8 m/min wird nur mit der kleineren Übersetzung gefahren. Das auf der Zwischenwelle sitzende Ritzel für die Katzfahr wird zu diesem Zwecke mit der Federbandkupp gerückt. Gleichzeitig wird eine Bandbremse ge mit dem Ritzel verbunden ist und bei ausgerück lung unbeabsichtigte Mitnahme des Ritzels v soll; ferner wird zwangläufig mit der Katzfahr die kleine auf der ersten Vorgelegewelle sitzen lung eingerückt, ohne daß die Hauptkupplung ge

Auf der zweiten Zwischenwelle ist die H angeordnet; sie ist als Klinkenbremse ausgebild Bremsband durch Gewichtbelastung dauernd a gehalten wird. Diese Bremse wird nur beim S Last und beim Ausfahren der Katze gelüftet. tige Senkgeschwindigkeit, die im allgemeinen nic ist als die Hubgeschwindigkeit, wird durch ents Steuerung der als Verdichter laufenden Damp eingestellt. Beim Senken mit hoher Geschwind Schlusse wird auf der ersten Vorgelegewelle da Ritzel eingeschaltet, und die Last kann jetzt m forderten vierfachen Geschwindigkeit sinken, die Dampfmaschine unzulässig hohe Drehzahlen

Das gesamte Wind- und Fahrwerk wird v Steuerhaus aus gesteuert, das an der vorderen gebracht ist, so daß der Kranführer aus unm Nähe alle Vorgänge beim Aufnehmen und Vers Betonblöcke gut übersehen kann. Mit fünf Ha deren Bewegungen durch Drahtseile zum Winde den eigentlichen Steuervorrichtungen übertragen beherrscht er die Hub-, Senk- und Katzfahrbew Die Handräder betätigen die Hubwerkbremse, lung der Katzfahrtrommeln, die Kupplungen schiedene Senkgeschwindigkeit, das Dampfabsp und die Steuerung der Kulisse. Besonders die B der beiden letzten Steuervorgänge vom entfernte haus erscheint unsicher, doch traten alle Beden die Notwendigkeit zurück, den Kran unmittelba Arbeitstelle aus bedienen zu können.

Greifervorrichtung

Beim Entwurf der Greifervorrichtung für d blöcke war der Gesichtspunkt maßgebend, grö nung der Blöcke mit unbedingter Betriebsich vereinen. Das Hauptaugenmerk muß den auf Zugspannungen gewidmet werden, die bei unb Beton schon in geringem Betrage gefährlich können und deshalb auch nur zu 0,6 kg/cm² z werden. Werden die Blöcke von unten gefaßt

Abb. 6. Schnitt *E-F*

Abb. 7

a Windendampfmaschine
b Doppeltrommeln
c Aufspeichertrommeln
d Katzfahrtrommeln
e erste Zwischenwelle
f zweite „
g Federbandkupplung für Katzfahrwerk
h dritte Zwischenwelle
i Katzfahrbremse
k Hubbremse

lbare Zugbelastungen durch das Blockgewicht ver- Da aber die Grundfläche nicht vollständig zum herangezogen werden kann, vielmehr nur einzelne beschränkten Umfanges das ganze Blockgewicht nen müssen, werden Biegungsbeanspruchungen eidlich, und durch geschickte Verteilung ist dafür en, daß die Zugspannungen in den vorgeschrie- Grenzen bleiben. Die höchsten Druckspannungen n den Auflegeflächen auf; hier hilft nur eine Ver- ng vor unzulässiger Beanspruchung.

sen Anforderungen genügt am ehesten ein Greif- ug, das durch Schächte hindurch den Block von unten faßt; dieser Gedanke ist schon früher öfter verwirklicht worden, allerdings konnten die Ausführungen der damaligen Zeit in ihrer Unzulänglichkeit nicht als Vorbild dienen, sondern es mußte ein den gewaltigen Kräften entsprechendes neues Gerät geschaffen werden.

Als günstigste Lösung ergab sich die Anordnung von vier beweglichen Tragpratzen für jeden Schacht, die durch gemeinsame Aufhängung und Betätigung zu einem geschlossenen Greifwerkzeug vereinigt sind.

Die Ausbildung der Pratzen mit ihrer äußerst ungünstigen Beanspruchung, besonders da die beschränkten Raumverhältnisse zu sparsamster Bauweise zwangen,

setzte eine zweckmäßige Formgebung der am meisten beanspruchten Teile und einwandfreie Baustoffe voraus. Die Schäfte der Pratzen stehen in gespreiztem Zustand in den Ecken des Schachtes und sind in Richtung der Diagonale schwenkbar.

Diese Anordnung gibt einmal für die Pratzenbewegung den größten Spielraum und weiterhin verteilen sich die Auflegestellen zweckmäßig in zwei Reihen der Länge nach über die Grundfläche des Blockes. Ein leichter Führungsrahmen aus Winkeleisen sichert die richtige Lage der Pratzengruppe in bezug auf den Schacht. Wenn die Pratzen genügend tief in die Schächte eingelassen sind, werden sie schirmartig auseinandergespreizt, so daß sie sich in der unteren Erweiterung unter den Block schieben.

Die Spreizbewegung wird durch kleine Lenkerhebel herbeigeführt, die zu je zweien an den Pratzen angelenkt sind und zu einem gemeinsamen Gleitstück in der Mitte führen; mit diesem können sie auf- und abbewegt werden, wobei sie die Pratzen nach innen oder außen schwenken. Das Gleitstück wird auf einer Stange geführt, die beweglich ist, damit Klemmungen vermieden werden; an dieser Stange ist auch der Führungsrahmen befestigt.

Die Pratzengreifervorrichtung wird von der Plattform der Katze aus betätigt. Zu diesem Zwecke gehen von den Gleitstücken je zwei Zugstangen nach oben, an diese schließen sich Drahtseile an, die über zwei Umlenkrollen führen. Die beiden Seile enden an einem Ausgleichhebel, der in der Mitte eine Rolle trägt. Das um diese Rolle laufende Seil führt unmittelbar zu den Seiltrommeln des Pratzengreifwindwerks oben auf der Katze, durch deren Antrieb Heben und Senken und damit Spreizen und Einziehen der Pratzen ausgeführt wird.

Das Windwerk wird mittels Elektromotors oder beim Ausbleiben des Stromes entsprechend langsamer von Hand angetrieben. Zum Einschalten der jeweils erforderlichen Übersetzung dienen zwei verschiedene Vorgelege im Trommelwindwerk; beide Übersetzungen werden in zwangläufiger Abhängigkeit voneinander eingerückt, wodurch Bedienungsfehler und damit Unglücksfälle ausgeschlossen werden. Wenn die Pratzen nicht bewegt werden sollen, sind die Steuertrommeln, von jedem Antrieb abgekuppelt, frei drehbar; denn die Steuerseile müssen entsprechend den Hubbewegungen des großen Kastens zur Herstellung des Gleichgewichtes der Last auf- und abgewickelt werden. Zu diesem Zweck endigen die Steuerseile nicht an der Trommel, sondern führen nach der notwendigen Anzahl Umschlingungen in ein Gerüst am Ende der Katze. In diesem Gerüst läuft das Seil um einen mehrsträngigen Flaschenzug, dessen lose Rolle ein Gewicht trägt; infolgedessen wird es immer straff gehalten.

Eine besondere Sperrung hält die Pratzen in eingezogenem Zustande fest. Diese Sperrung befindet sich auf dem früher erwähnten Querträger, der in die Steuerseile eingeschaltet ist. Zwei Sperrklinken, die von diesem Querträger beim Hochgehen zur Seite gedrückt werden, schnappen, wenn er genügend hochgezogen ist, durch Gewichtbelastung zusammen und halten die Pratzen fest. Damit der Querträger nicht zu heftig in seine höchste Stellung geht, ist in dem Getriebe der Steuertrommeln eine Rutschkupplung eingeschaltet. Sollen die Pratzen wieder gespreizt werden, so werden die Sperrklinken durch Drehung eines Spillhandrades am Steuerstand auf der Katze zurückgezogen. Das Steuerseil für die Sperrklinken muß ebenso wie die beiden Hauptsteuerseile auf Hubbewegungen folgen können und wird ähnlich durch einen Flaschenzug mit Gewichtbelastung unter Spannung gehalten.

Diese ganze Greifvorrichtung verfehlt natürlich ihren Zweck, wenn nicht alle acht Pratzen gleichmäßig zum Tragen gebracht werden. Dies ist ohne weitgehende Ausgleichvorrichtungen bei den zu erwartenden bedeutenden Abweichungen von den Sollmassen des Blockes unmöglich. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß bei einem Schwimmkran Schräglagen unvermeidlich sind, auch in diesem Falle muß jede einseitige Lastverteilung vermieden werden, weil sonst der Block gefährdet wäre.

Indem man schrittweise je zwei Teile mitte gleichhebel zusammenfaßt, gelangt man in drei St den unteren Flaschen des Hubwerks. Zunächst sinc Pratzen an Hebeln gelenkig angeschlossen. Je z ser Hebel vereinigt ein quer darüberliegende unter Zwischenschaltung von Kreuzgelenken z Pratzengruppe. Dieser Hebel trägt auch die Fü stange für das Gleitstück. Mit diesem Hebelwe innerhalb einer Pratzengruppe eine vollständ geglichene Lastverteilung über die vier zug Pratzen erzielt. Zum Ausgleich der Belastung den Pratzengruppen sind diese mit je zwei Las lenkig verbunden, die in dem kastenförmigen H gleichhebel durch Kreuzgelenk allseitig beweg lagert sind. Der Anschluß der Flaschen an dem träger ist ebenfalls gelenkig, so daß hiermit d vollständig ausgeglichen ist.

Abnahmeprüfung

Bemerkenswert sind die Ergebnisse der A prüfung. Bei der Durchführung dieser Prüfung mit steigender Last die Katze über die ganze Brü fahren und Hubbewegungen von 5 m unter dem bis 2 m über Deck ausgeführt. Bei der Nennl 400 t ergab sich für die ungünstigste Stellung d in der Mitte zwischen den Stützen die Durchbieg Brückenträgers zu 30 mm. Hierauf wurde die l 452 t gesteigert und sodann für dieselbe Lastve eine Senkung von 39 mm festgestellt. Nachdem in äußerste Bugstellung, d. h. 7,80 m, über di hinausgefahren worden war, bog sich der Län in der Mitte zwischen den Stützen um 2,5 mm na durch. Der maschinelle Teil der Anlage arbeite bei dieser Last einwandfrei; Beschädigungen Eisenkonstruktion und den Nieten traten nicht a

Die Entwürfe, Berechnungen und Konstruktio Schwimmkranes mit Ausnahme des Pontons wur der Demag, Duisburg, ausgearbeitet. Kransch Brückengerüst stellte die Firma Cantieri del früher Societa Esercizio Bacini, Genua, her, di mit Greifvorrichtung sowie das Windwerk die Duisburg. Bestellerin des Schwimmkrans ist die Sindicato Italiano Costruzioni Appalti Maritimi in [B

Vicat-Nadelprüfgerät für Zementprüf

Bei Zementprüfungen mit dem Vicat-Nadelp im Imperial-Institute war beobachtet worden, daß di beim Senken des Kolbens von bestimmtem Gewicht Zementbrei häufig das Niedergehen des Kolbens vo verlangsamten, sobald die vorgesehene Eindringtiefe war. Damit nun der die Nadel tragende Stab unt gleichen Bedingungen gesenkt werden kann, rüstet Faircloth[1]) das übliche Vicat-Nadelprüfgerät m einstellbaren Flüssigkeitsbremse aus, die den Stempel mäßig und sanft durch den Zementbrei fallen läßt stattet, die Falltiefe nach Bedarf zu regeln. Die Vorr besteht aus einem Zylinder aus Messing. Dieser enthä hohlen, verhältnismäßig langen Kolben, damit die sen Stellung des Stabes bei der Arbeit gesichert ist.

Beim Gebrauche ruht die Kreisscheibe des Vic Prüfgerätes auf dem freien Ende des Kolbens und das Öl im Zylinder, durch das Rohr und ein Nadelven dem oberen Teile des Kolbens zu fließen. Die Gesch keit, mit der die Nadel oder der Kolben in den Zem eindringt, beobachtet man und regelt den Ölzufluß an ventil. Die Fallgeschwindigkeit ist vom Imperial-I so gewählt, daß der Anzeiger des Vicatschen Prüfger zum unteren Ende der Skala 5 s für 40 mm braucht, w die Nadel tragende Stab frei läuft, ohne den Zement rühren. Geeignete Befestigung eines Messingstückes die Nadel tragenden Rundstabe verhindert die Dreh Stabes und der Nadel beim Messen und wirkt als Ha die Ablesevorrichtung. Eine Messingkappe schützt vor Staub. Das Öl muß frei von Abscheidungen s darf nicht zum Entmischen beim Stehen neigen. Schraube am unteren Ende des Zylinders dient dazu, d lung des Kolbens mit der Ablesevorrichtung in Überei mung zu bringen. [N 899] M. V

[1]) „Engineering" Bd. 124 (1927) S. 417.

Zur Theorie der Technik

Von Prof. Dr. Karl Dunkmann, Technische Hochschule Berlin

Der Genius der Technik — Die Theorie des Genius — Zwiespalt zwischen Theorie und Praxis — Möglichkeiten zur Erlangung einer Theorie der Technik

Der Genius der Technik

n braucht keine Theorie der Technik im Kopf zu haben, um ein großer Techniker zu sein. So wenig man eine Theorie der Kunst oder der Politik ibung der Kunst oder der Politik nötig hat. Je arer die Forderungen des Lebens von außen sich herandrängen, je quellfrischer anderseits die Ur- den Tiefen menschlichen Seelenlebens hervor- um so „grauer" wird, „teurer Freund, alle

denke den Dichter als Theoretiker, der nach genem Rezept seine Stanzen zurechtstutzt. Man großen Propheten der menschlichen Geschichte , die in berechnender Absicht auf die Masse ihren n legen. Sicherlich ist nun der Techniker vom nd Propheten durch eine Kluft getrennt, doch ist Kluft schon wesentlich kleiner gegenüber dem Sein Reich ist nicht das Reich der Phantasie, das Reich kühl abgewogener Zwecke, und es eilich, als ob in ihm die reine Theorie doch un- hr zu sagen hätte. Allein nicht mit Unrecht reden lem politischen „Genius", und ehren ähnlich den mit dem Titel des „Ingenieurs".

h das Reich der Zwecke wird be- ht vom Genius, nicht bloß vom kühl ab- Verstand. Auch wer am Reißbrett mit Schiene l seine Figuren zeichnet, bedarf des unsichtbaren n Zentrum seines Gehirns, das vom „Dämo- befruchtet wird. Ein Verstand, der aus sich e, ohne den „Willen", der allein den Saum des berührt, leistet nur Mittelmäßiges. Mittelmäßige gen dann auch innerhalb der Technik wie sonst uflucht zur Theorie suchen, und sie mag ihnen Ersatz bieten, so wie der Dichterling durch theo- Anleitung es auch mal zu einem leidlichen Ge- gt; aber die Technik selbst ist nicht durch sie gerufen.

ß, wir können nicht alle Genien oder Ingenien wir sollten alle von dem Hauch seines Geistes ein, sollten alle das Schöpferische, das Neu- Geheimnisvolle unsrer großen Berufsaufgabe en. Alsdann bedürfen wir freilich immer noch men Anleitung, der wissenschaftlichen Methodik, rung in die gewaltigen Traditionen technischen kurz einer „Technischen Hochschulung". All den Genius zwar nicht wecken, aber ihm als werkzeug dienen. Aber eine Theorie der elbst — wozu brauchten wir sie? Unsre Hoch- sie bekanntlich im „Lehrplan" nicht vorgesehen. len Genius voraus;

die Theorie des Genius

iseite.

och brauchen wir sie, brauchen sie gerade heute en des sozialen Widerstreits der großen Berufs- Mag der große Meister der Technik die Theorie gen und ihr gemäß dem angeborenen Instinkt ist eben seine Größe, die zugleich seine Ein- st, wie auf allen andern Gebieten die wahrhaften ren nur ihre Aufgabe, nur ihren Weg vor . Sie kümmern sich um einander nicht, sie ander kaum, und jeder geht seinen Höhenweg

er ihnen folgen, sehen sich doch gezwungen, die Grenzen ihrer beruflichen Aufgabe hinaus- da sie viel mehr mitten in der Fülle des Lebens das Leben mit seinen wogenden Strömen sie er zerrt. Es ist ein großer Unterschied, ob inem Gebiete Meister ist und so das Recht hat, ndres nicht zu kümmern, oder ob er einem gt als Schüler und nun mit andern Schülern andrer Meister in den mannigfaltigsten Berufsarten im ganzen sozialen Leben zusammenwirkt.

In jedem Genius liegt etwas sozial Rücksichtsloses, auch im technischen Genius; denn er fragt nicht, „was dabei herauskommt". Wer aber als Techniker eingegliedert ist in ein Ganzes, dem er zu dienen hat, der muß sich notgedrungen die Frage vorlegen, wie sich seine besondere Aufgabe überhaupt mit andern Aufgaben zusammenreimt, wie sich das „Wesen" der Technik mit dem Wesen der Wirtschaft, der Kultur, der Staats- und Sozialpolitik zusammenfinden mag. Oder gibt es hier keine Harmonie der Berufsgruppen, der geistigen Elementarkräfte?

Dann gäbe es auch keine Harmonie geistiger Gesamtanschauung, keine Möglichkeit eines gebildeten, wissenschaftlichen Charakters. Denn alles Innenleben persönlicher Einheit und Ausgegliedertheit ist immer das Spiegelbild der sozialen Struktur, in der wir leben, die uns geistig formt und gestaltet.

Um des Menschen im Techniker willen, um des persönlich nach Vollkommenheit verlangenden Menschen willen, **muß** es eine Theorie der Technik geben, damit der Techniker nicht geistig verarmt oder sich geistig isoliert oder, schlimmer noch, geistig verkrüppelt. Und mehr noch, um des **sozialen** Menschen im Techniker willen muß es eine Theorie der Technik geben, damit der Techniker seinen besondern Platz im sozialen Gefüge mit Bewußtsein, mit Charakter und Berufstolz ausübe.

Auf einzelnen Höhepunkten der Geschichte des Genius sehen wir daselbst diesen dem Zwange der Theorie unterliegen. Warum konnte ein Schiller dem Drange nicht ausweichen, sich eine Theorie der Ästhetik im Anschluß an Kant zurechtzulegen, obwohl er ihrer als Dichter wahrlich nicht bedurfte? Warum vermochte der Genius der deutschen Politik am Ende seines Weges demselben Drange nicht zu widerstehen, seinen Meisterweg zu rechtfertigen in seinen „Gedanken und Erinnerungen"? Warum feiern wir Goethe als den größten Meister auf dem Gebiet aller Geisteskultur? Offenbar ist es der starke Zug zur Theorie, der hier den Genius zur Reflexion über sich selber bringt, dem wir daher lauschen wie keinem andern. Und wenn wir in den Tagebüchern und geheimen Niederschriften, allermeist den hinterlassenen Briefen fast aller Meister blättern, immer begegnet uns der Zug zu theoretischer Selbstbesinnung, der eben daher kommt, daß hier der Genius sich selbst Rechenschaft ablegt vor der Welt jenseits seiner Gaben und Aufgaben, vor der großen sozialen Mitwelt.

Es bleibt ungekürzt bei der ersten These, daß nicht die Theorie den Genius macht, aber ich füge jetzt hinzu, daß doch der Genius die Theorie macht und daß wir andern alle nicht bloß von seinem Werk, sondern auch von seiner Theorie leben. Sicher kann uns kein andrer die rechte Theorie über irgendeine Elementarkraft des menschlichen Geistes darbieten, als nur der Meister vom Fach, und wenn er sie selber nicht entwickelt hätte, so wird er uns doch persönlich zum Objekt des Studiums, entnehmen wir aus seinem Lebenswerk die Grundlinien seines Schaffens.

Ohne solche Theorie von der Sache, der wir dienen wollen, tappen wir als Menschen und mehr noch als soziale Menschen im Nebel. Wir finden den Zusammenschluß nicht mit den andern, neben denen und mit denen wir doch zusammenwirken sollen. Der Techniker in einer großen Fabrik wäre wie ein vereinzeltes Rad in einer Maschine, der nichts davon wüßte, was die andern neben ihm und um ihn herum bewegt, was seine Arbeiter unter ihm für ungeheure soziale Nöte und Fragen im Kopf und Herzen hegen, was die Arbeitgeber über ihm als Vertreter schaffender Stände desgleichen tagtäglich zu bewältigen haben und auch was jenseits der Fabrikmauern die Welt der Kultur und Politik in Atem hält. Er muß so gut, wie irgendein andrer „Berufsmensch", vielleicht noch mehr als

alle andern, ein Gesamtbild der „Gesellschaft" im Kopf haben, da er doch selber ein Glied dieser Gesellschaft ist und nicht nur Techniker. Er sei denn ein ganz großer Genius, der das Recht habe zur Rücksichtslosigkeit. Aber selbst dann — wie oben gezeigt — kommt er nicht los von der Pflicht der Selbstverantwortung.

Wenn daher die Technische Hochschule den Genius der Technik selbst voraussetzt, so mag sie recht daran tun. Aber wenn sie die Theorie der Technik beiseite läßt, so züchtet sie ein Berufsmenschentum, das hernach keinen Zusammenhang im sozialen Leben mehr findet. Denkt man sich dieselbe Einseitigkeit der beruflichen Vorbildung auch bei den andern Berufen, so ist die soziale Zerklüftung die unentrinnbare Folge. Diese Berufsmenschen verstehen einander überhaupt nicht mehr, sie arbeiten nur mechanisch noch nebeneinander.

Zwiespalt zwischen Theorie und Praxis

Blicken wir von hier zur Ergänzung auf die Universität als Ausbildungsstätte der andern gehobenen Berufe, die ebenfalls Führerstellung im Ganzen beanspruchen. Hier liegt der Fall genau umgekehrt. Denn die „alma mater" pflegt bekanntlich nichts als nur die Theorie der Sache, nicht diese selbst. Sie ist die Hochschule der Theorie. Ein seltsamer, paradoxer Gegenfall! Sie pflegt die Theorie der Religion, nicht diese selbst; die Theorie des Rechts, nicht die Rechtspraxis selbst; die Theorie der Wirtschaft, nicht diese selbst; die Theorie der Geschichte, nicht die politische Praxis der gegenwärtigen Geschichte selbst. Und alle diese Theorien münden in eine besondere Disziplin, die seit alters als die hier gefeiertste gilt, die „Philosophie", die nichts anderes ist und sein will als eine Theorie aller jener Theorien.

Hier nun fordert die gleiche Verantwortung den Ausgleich nach der entgegengesetzten Seite, der Praxis. Man fordert mehr Praxis, mehr „angewandte" Geisteswissenschaft und weniger Theorie. Die Mediziner bieten hier ein Vorbild; denn ihre strenge Theorie ist Praxis zugleich und das medizinische Studium ein Beispiel harmonischer Gesamtausbildung. Nur daß freilich auch hier eine Lücke klafft; denn es fehlt doch die soziale Gesamtausbildung, und die berufliche Einseitigkeit ist wie beim Techniker mit Händen zu greifen.

Aber die Medizin ist nur ein Spezialfall der naturwissenschaftlichen Methode an der Universität zum Unterschied von den reinen Geisteswissenschaften. Die gesamten Naturwissenschaften nehmen eine besondere Stellung ein, sie sind nicht auf einseitige Theorie, sie sind auf unmittelbare Induktion und Erfahrungen am Objekt eingestellt. Gewiß sollen und wollen auch sie sämtlich theoretisch gelten, d. h. sie wollen „Wissenschaft" sein in erster Linie und „Wahrheit" vom „Irrtum" unterscheiden. Aber sie suchen diese Wahrheit von unten her, am Objekt selbst, das sie beobachten, an dem sie ihre Experimente treiben, um so „exakte" Ergebnisse zu erzielen.

Hier stehen sie in schwerem Zwiespalt mit den Geisteswissenschaften an derselben Pflegestätte der Bildung. Hier ist der Kampf zwischen „Natur- und Geisteswissenschaften" akut und heute ärger denn je zuvor im Gange. Man grenzt sich ab gegen alle Geisteswissenschaft, folgt der Methode der „Kausalitäten", spezialisiert sich immer mehr, um der unübersehbaren Komplikationen im Reiche der Naturobjekte Herr zu werden. So aber geht heute ein Riß durch alle Universitäten der Welt, und ihn zu heilen ist ihre schwerste, hoffnungslose Aufgabe. Denn es geht um eine einheitliche Weltanschauung mit zweifachem wissenschaftlichem Verfahren. Der Kultus der reinen Theorie steht vor einem Dualismus, an dem er selbst zu zerbrechen droht.

Diese Not der Universitäten ist glücklicherweise nicht die Not der Technischen Hochschulen. Aber dafür leiden diese unter einer andern, nicht weniger bitteren Not. Denn hier fehlt es an aller Theorie über die Sache, die man praktisch auf vorzügliche Weise betreibt. Es fehlt der bewußte Standpunkt, von dem aus der Techniker in die Sozialwelt eingreift. Nicht Weltanschauung bezüglich der Angleichung und Versöhnung von „Natur und Geist" kommt in Frage, aber Sozialanschauung bezüglich der Angleichung der sozialen Berufsgattungen. Immer bleiben

wir hier praktisch gerichtet, doch bedürfen wir
strengen Theorie, die uns den Weg aus einseitig
herausführt und uns hineinstellt mitten in da
Sozialleben.

Wer dann noch das besondere Bedürfnis hat,
retisch eine „Weltanschauung" zu bauen, der
Universität oder studiere ihre wunderreichen E
auf literarischem Wege sonst.

Möglichkeiten zur Erlangung einer Theorie de

Wie nun, auf welchem Wege, kommen wi
Theorie der Technik? Haben wir die Frage rec
so kann die Antwort nicht mehr zweifelhaft blei
bleiben zuerst daheim auf ureigenem Boden, de
bauen, und suchen nur von hier aus die Au
schweifen zu lassen oder auch höher zu erheben.
der unmittelbaren Beschäftigung mit der Technik
das „Wesen" der Technik begreiflich werden, ab
Vergleich mit den anderen beruflichen Ausgl
kann dies Wesen der Technik unterschied
formuliert werden.

Wie falsch und wie irreführend ist es doch
was so oft geschah und immer noch geschieht,
etwa vom Wirtschaftswissenschaftler sich die Au
das Wesen der Technik vorschreiben ließ? Da
immer, daß die Technik nur die Magd der Wirt
ihr zu dienen berufen sei. Eine selbständige A
der Wirtschaftler natürlich nicht.

Dann war die weitere Folge, daß die Techn
Nöte der modernen kapitalistischen Wirtschaft v
lich gemacht wurde; denn sie habe die moderne
tionsmaschinen auf dem Gewissen und mit ihnen
len Krisen der Gegenwart.

Von je haben sich die Vertreter der Techni
mit Recht gewehrt, ohne doch gehört zu werde
dann neuerdings ein Wirtschaftswissenschaftler
Werner Sombarts der modernen Technik
Wesen und ihre eignen Triebkräfte zurückgab,
in ihr die Entfaltung eines besonderen Triebes, d
schen Dranges" erblickte, so hebt damit ein U
in der Bewertung an, der nicht hoch genug zu

Sombart freilich gibt damit der Technik di
zurück, ihr eignes Wesen nunmehr selbst zu b
denn seine Formel entbehrt noch der näheren
und Begründung. Noch lautet sie zu „mystisch
bestimmt, zumal unter der Idee faustischen Dra
bloß technische, sondern auch geistige Kulture
zu fassen sein dürfte. Man denke an Faust selb
Urdrang nach Goethe am Ende des Weges eig
der Technik ein Ende nimmt, durch sie ernü
philistriert erscheint.

Noch weniger nun als der Wirtschaftler wir
versalistische Philosoph der alten Tradition in
sein, den Genius der Technik zu begreifen. E
viel zu sehr mit Allgemeinbegriffen, um die Sa
in ihrem Sonderdasein zu fassen. Er ist viel zu
der „Weltanschauung", dem es auf Harmonisi
Verstandesbegriffe ankommt, auf „Identität von
Geist", wo es sich doch im Grunde um höchst
praktische Dinge handelt, nämlich, wie die We
nur „begriffen", sondern gemeinsa
beitet" wird.

Wohl mag der Philosoph den genialen Blitz
des Technikers auffangen, ihn ins Licht seiner
stellen, von hier aus eine „technische Weltans
konstruieren, aber damit ist dem Techniker i
wenig geholfen; denn er will wissen, wie er
berufsmäßig im ganzen sozialen Wirken und
schaftsleben seinen Mann zu stehen hat.

Wenn aber der Allgemeinphilosoph versage
erst recht der Theoretiker eines andern geistig
zweiges. Kann es dem Techniker genügen, wenn
von einer bestimmten sozialwissenschaftlichen T
und sie sind meist alle parteipolitisch bestimmt
Aufgabe vorgeschrieben wird, sei es von einer
schen oder von einer bürgerlichen Gesamtans
Kann er sein Erstgeburtsrecht an eine Staats- u
disziplin vergeben, die ihm etwa Grenzen vorsch

in seinen Konstruktionen und Erfindungen gehen
m nicht den sozialen und staatlichen Bestand noch
erschüttern? Oder wäre es anders als mit Lächeln
ımen, wenn wohlmeinende Ethik und gar Theologie
ıaßte, der Technik Recht und Grenzen festzusetzen?
würden doch allesamt mit der Aufgabe nicht fertig
und von ihrem Standort aus nur ihre „Postulate"
ı, über die der technische Genius hinwegschreitet.
chon, sie schweigen von der Technik, wie sie auch
n tun und bauen sich ihre soziale Idealwelt ohne
chtigung der Technik, eine Welt also, in der eines
utsamsten Glieder fehlt.
muß Aufgabe des Technikers selbst
Mannes, der mitten in der Technik steht und aus
us arbeitet, oder vielleicht auch dessen, der sich
ngenial in sie hineingearbeitet hat und sich doch
k für die Sozialgestaltung des Ganzen bewahrt
er kann dem Techniker aber die moderne So-
Beistand leisten; denn sie kann, aber vom tech-
Gesichtspunkt aus, ihm eine Theorie der Technik

muß aber davon durchdrungen sein, daß Technik
elbständig, ebenso wertvoll, ebenso machtvoll ist,
andre geistige Arbeit an der Wirklichkeit, die uns
Man muß davon im Innersten überzeugt sein,
nik nichts Sekundäres, nicht etwas geistig Minder-
ist, minderwertiger als irgend ein andres, noch
epriesenes Kulturgut der Menschheit. Man muß
ler Geschichtsforschung wissen, daß Technik zu-
Feuer vom Himmel herabholte, mit dem die
eit ihren Kulturweg begann, und daß dies Feuer
rennt und glimmt in allen jenen erhabenen Erfin-
die das Dasein bereichern und beglücken.
it soll aber nicht gesagt sein, als ob Technik
allen Fortschritt der Zivilisation verursacht, alle
taltung entscheidend beeinflußt, selbst die Geistes-
tzthin freigemacht hätte. Das würde eine „mate-
he Geschichtsauffassung" ergeben, die dem Wesen
nik, als selbständiger Intelligenz, widersprechen
Im Fortschritt aber der Geschichte ist das In-
spielen und die Wechselwirkung aller Potenzen:
Kultur, Wirtschaft, Staatsbildung —, entscheidend.
man aber die hohe Bedeutung der Technik be-
weil man davon ergriffen wurde, dann gilt es, alle
tenzen nunmehr zu einem Gesamtbild sozialen Zu-
ebens zu vereinigen, so daß die Theorie der Tech-
nik klar im Ganzen eingebettet liegt. Dann sehen wir
den Menschen „arbeiten" in einem Doppelreich: der sozialen Gemeinschaft hier und der umgebenden Natur dort. Dann auch erkennen
wir die Doppelaufgabe aller Berufe, auch des Technikers,
in beiden Reichen mit beiden Füßen zu stehen und zu
wirken.

Seine besondere Aufgabe verweist ihn aber auf die
Natur, stellt ihn an die Seite des Naturwissenschaftlers.
Hier ist er der Bahnbrecher zuerst, der auch die Wissen-
schaft von der Natur anregt und anspornt und der sie
weiterführt, um immer wieder alle Wissenschaft zu er-
proben und zu erhärten an der Praxis der Naturbeherr-
schung selbst. Sofern er alle reine Theorie der Natur-
wissenschaften in den Dienst der Mitwelt stellt, dabei die
Theorie, so gut wie der Mediziner, immer aufs neue be-
fruchtend und von ihr befruchtet, bildet er die lebendige Brücke aus der Naturwissenschaft zur Sozial- und damit zur Geisteswissenschaft.

Der Dienst, den er der Mitmenschheit leistet, leitet ihn
an, die tiefsten und wahrsten Bedürfnisse der Gegenwart
zu erforschen und so ihr beizustehen in ihren gegenwär-
tigen Kämpfen und Nöten. Wie klar springt dies Bild
der Technik gerade heute vor aller Augen, wo die Wirt-
schaft vom Techniker mehr als je fordert, die Rationali-
sierung in die Hand zu nehmen. Wie klar ebenso da, wo
die soziale Verwirrung ihn auffordert, dem Menschen im
Arbeiter zu dienen, damit er aus der Rolle des bloßen
Handlangers an der Maschine erlöst wird.

So bietet die Theorie der Technik vom Standpunkt der
Technik ein soziales Gesamtbild der Welt, in der wir alle
gemeinsam beruflich wirken, zusammenwirken zum Wohl
des Ganzen. Aber eine Theorie der Technik ist Voraus-
setzung und Grundlage für den Techniker als Mensch,
als soziales Wesen, als Berufsträger. Darüber hinaus
aber ist sie auch für die geistige und soziale Mitwelt selbst
von hohem Wert, da diese es begreifen und lernen muß,
was sie an der Technik hat, ehe sie sie hier enthusiastisch
feiert oder dort umgekehrt verachtet, weil sie sie nicht
versteht. „Es ist für uns aber ein folgenschweres Un-
glück", sagt A. Riedler mit Recht („Die neue Technik",
S. 142), „daß unsere ‚geistigen Führer' und alle Herrschen-
den die Technik und die Techniker in erniedrigendem
Sinne beurteilen." Hier kann aber nur eine Theorie der
Technik helfen! [B 908]

Die Hauptaufgabe im Innern unseres Volkes

Von C. Bach, Stuttgart

trüben Fluten des Mißtrauens, welche die ver-
hiedenen Schichten unseres Volkes in wachsen-
m Maße tief- und weitgehend trennten und die bei
nter Fortentwicklung früher oder später zu einer
he führen würden, veranlaßten mich zwei Jahre
Krieg, also reichlich vor 15 Jahren, beim Würt-
chen Goethe-Bund den Antrag auf Erlaß eines
schreibens zu stellen:

as hat zur Milderung der Klassen-
nsätze zu geschehen, welche heute
ufeinander angewiesenen Kreise
res Volkes weit mehr trennen, als
n natürlichen Verhältnissen be-
det ist?"

Preisausschreibung wurde von dem 13. Delegier-
r Deutschen Goethe-Bünde 1913 mit folgender Be-
beschlossen:

Aufgabe der Milderung der Klassengegensätze
wirtschaftlichem, politischem und rein mensch-
ebiete. Was bisher zur Lösung angestrebt wurde
durch die Gesetzgebung oder auf dem Wege der
keit —, erfolgte vorzugsweise in wirtschaftlicher
ischer Hinsicht. Hierin dürfte wohl auch ein
nd dafür zu suchen sein, daß trotz vieler Be-
n auf wirtschaftlichem und politischem Gebiete
die Unzufriedenheit in breiten Schichten unseres Volkes
heute weit größer ist als vor Jahrzehnten.

Wir haben uns in Deutschland viel zu sehr daran ge-
wöhnt, die Milderung der Klassengegensätze fast aus-
schließlich von der Verbesserung der wirtschaftlichen Ver-
hältnisse der Arbeiter und von der Gesetzgebung zu er-
warten. Die Zahl derjenigen, welche sich bewußt sind,
daß in unserem Volke, das unter der Einwirkung der allge-
meinen Schul- und Wehrpflicht groß geworden ist, die Mil-
derung der Klassengegensätze — mit demselben Eifer wie
in wirtschaftlicher und politischer Arbeit, sowie im Zusam-
menhang mit dieser — auch auf dem rein menschlichen Ge-
biete mit aller Kraft angestrebt werden muß, und daß es
sich hierbei um eine allgemeine Kulturaufgabe
handelt, erscheint noch gering. Die Erkenntnis der über-
ragenden Wichtigkeit dieser Kulturaufgabe für unsere
Nation in weite Kreise zu tragen, ist Zweck des Preisaus-
schreibens.

Die Stellung der Frage: Wie ist es gekommen, daß die
zur Führung berufenen, gebildeten Oberschichten unseres
Volkes in so weitgehendem Maße die Fühlung mit den
anderen Schichten verloren haben, wie es tatsächlich der
Fall ist, muß bei gründlicher Bearbeitung auch die Wege
erkennen lassen, die einzuschlagen sind.

Es wurden drei Preise ausgesetzt: fünftausend, zwei-
tausend und eintausend Mark."

Die Geldmittel für die Preise zu sammeln, war meine Aufgabe gewesen. Die Arbeiten sollten bis zum 31. Dezember 1914 eingesendet werden. Infolge Ausbruch des Krieges wurde dieser Zeitpunkt hinausgeschoben und schließlich gegen Ende 1918 auf den 30. September 1919 verlegt.

Die Entwicklung der Verhältnisse während des Krieges brachte es mit sich, daß 1917 ein zweites Preisausschreiben erlassen wurde:

„das die Bestrebungen, welche in Oesterreich zu dem behördlichen Schutz des Ingenieurtitels geführt und die nun auch in Deutschland lebhaft eingesetzt haben, nach der positiven und der negativen Seite würdigt. Dabei wird in erster Linie der Einfluß auf die Klassengegensätze ins Auge zu fassen, sodann aber auch eine Klarlegung der Vorteile und der Nachteile zu geben sein, welche für die Allgemeinheit, für die deutsche Industrie und für den Stand der Ingenieure zu erwarten sind, wenn den Bestrebungen auf behördlichen Schutz des Ingenieurtitels in Deutschland stattgegeben werden würde. Die in Betracht kommenden Verhältnisse in den übrigen Industrieländern werden zum Vergleich heranzuziehen sein."

Auch hierfür wurden drei Preise in derselben Höhe ausgesetzt und der Einlieferungstermin auf den 31. Oktober 1918 bestimmt.

Über beide Preisausschreibungen gibt meine kleine Schrift „Milderung der Klassengegensätze", Verlag von Konrad Wittwer in Stuttgart 1919 (40 Seiten), nähere Auskunft.

Da der Termin der Preisaufgabe II früher ablief, so hatte die Beurteilung der hierauf eingegangenen Arbeiten (42 an der Zahl) zuerst zu erfolgen. Über das Ergebnis berichtet das Preisgericht in der Schrift: „Milderung der Klassengegensätze und die Bestrebungen zum Sch Ingenieurtitels", Verlag von Konrad Wittwer in 1919. Sie enthält die drei mit Preisen bedachten

Als der Termin für die erste Preisausschrei gelaufen war und das Preisgericht die eingegang beiten, deren Zahl über 450 betrug, geprüft haber war die Zeit der Inflation hereingebrochen, in der Verleger fand, bereit, die drei besten Arbeiten zu infolgedessen die Veröffentlichung der Arbeiten fre war. Die mit dem ersten Preise bedachte Arbeit i von dem Verfasser in den „Kultur- und Zeitfrag ausgegeben von Louis Satow, Verlag von Ernst Ol Leipzig, Heft 7 S. 57 u. f., veröffentlicht worden.

Als Urheber der Preisausschreibung erachte für verpflichtet, die Aufmerksamkeit aller derjen die vorgenannten Arbeiten zu lenken, denen d unseres Volkes am Herzen liegt. Insbesondere hän die Qualitätsleistungen unseres Volkes in hohem G von ab, in welchem Maß es gelingt, die trüben Fl Mißtrauens, durch welche die verschiedenen Schic seres Volkes heute noch weiter- und tiefergehend werden als früher, ausreichend zum Zurücksinken gen. In dieser Hinsicht verweise ich auf meine D gen am 23. April 1925 in Karlsruhe. (Vergl. S. 9 der Niederschrift der IV. Tagung des Allgemeinen des der Deutschen Dampfkessel-Überwachungs-Ver 23. und 24. April 1925 zu Karlsruhe; VDI-Verlag, Die Aufgabe, die hier vorliegt, ist die weitaus w für die Zukunft unseres Volkes, weshalb sich kei die Zukunft seines Vaterlandes am Herzen lieg die Tagesgeschäfte abhalten lassen sollte, ihr v achtung zu schenken und in seinem Kreise das wozu er als Mensch, als Deutscher verpflichtet i

[1

Prüfingenieure für Statik

Der Ausschuß für Prüfingenieure für Statik hat auf Grund eines Erlasses des preußischen Ministers für Volkswohlfahrt vom 3. Dezember 1926 nunmehr zunächst etwa 40 Prüfingenieure gewählt und berufen; eine Wahl von weiteren Prüfingenieuren steht demnächst bevor. Damit ist die statische Prüfung von Bauvorhaben in Preußen teilweise anders als zuvor geregelt. Die Entwicklung und das Wesen der neuen Einrichtungen sei nunmehr zur Aufklärung aller Kreise der Technik nachstehend dargestellt.

Entwicklung

Der Zusammenhang zwischen Technik und Wirtschaft hat an der überlieferten Form und den Mitteln der staatlichen Einrichtungen manches geändert. So sind die Betriebsverwaltungen staatlicher und städtischer Unternehmungen selbständige wirtschaftliche Verwaltungen geworden. Auch auf dem Gebiete der Polizei ist es nichts Neues, die Bevormundung der Wirtschaft, z. B. in der Dampfkesselüberwachung und hinsichtlich der Sicherheit der Starkstromanlagen, aus fachlichen Gründen durch private Einrichtungen mit behördlichen Befugnissen zu ersetzen.

Die Erfahrungen in England und Amerika, wo schwierige baupolizeiliche Bauaufgaben dem im freien Beruf tätigen Bauingenieur vorbehalten sind, haben mich veranlaßt, 1910 in dieser Zeitschrift[1]) die Forderung zu stellen, auch in Deutschland die schwierige Prüfung der statischen Berechnung und der Konstruktion sowie die Überwachung der Ausführung von Amts wegen geeigneten Zivilingenieuren zu übertragen. Dies habe ich 1912 in der Hauptversammlung des V. d. I. in Stuttgart eingehend begründet[2]). Aber der Staat verhielt sich zunächst ablehnend, obrigkeitliche Aufgaben zugunsten von privaten Fachleuten abzutreten. Das ist jetzt anders geworden.

Es ist das Verdienst des bisherigen Leiters der Preußischen Zentralstelle der Baupolizei im Wohlfahrtsministerium, des Ministerialrates Geheimrat Dr. Friedrich, eines vornehmlich im Baupolizeiwesen emporgewachsenen Bauingenieurs, die Einrichtung der Prüfingenieure für Statik 1923 dadurch ins Leben gerufen zu haben, daß der Minister einen gemeinsamen Ausschuß der technisch-wissenschaftlichen Verbände einberufen hat, um die Grundlagen der neuen Einrichtung mit ihm zu beraten. Die bauindustriell eingestellten Verbände waren anfangs dagegen. Das Ministerium selbst mußte erst darauf hinweisen, daß in England und Amerika beratende Ingenieure bei aller und wichtigen Bauten zugezogen würden, um die st Berechnungen zu prüfen und den Bau zu überwacher in der Einleitung des grundlegenden Entwurfs ist daß Bauherren oder ihre Beauftragten schon m Vorlage des Bauentwurfs an die Baupolize eine vom Prüfingenieur geprüfte statische Berechnu legen könnten, um die Prüfung der statischen Ber für baupolizeiliche Zwecke zu vereinfachen beschleunigen.

Hierin ist der wesentliche Inhalt der Neuein dargelegt, vor allem, daß man dadurch erheblich gewinnt, daß man während der Ausarbeitung des En und der statischen Unterlagen den Prüfingenieur ziehen könne, bevor die baupolizeilichen Eingaben gestellt sind, und daß gleichzeitig mit den wurf schon die vorgeprüfte statisch rechnung der Baupolizei vorgelegt kann.

Früher vergingen häufig viele Wochen, bis tischen Berechnungen in die Hände des maßgebenden gelangten, so daß über dem Unternehmen Unge schwebte, ob die beabsichtigten Konstruktionen, w etwas von dem Landläufigen abwichen, überhaupt ge werden würden. Durch den Prüfingenieur kann s Bauunternehmer schon während des Konstruierens u vergewissern, daß er das Bauvorhaben in der beabsic Weise ausführen kann, und daß sich die Kalkulat sicherer Grundlage befindet, was doch für die Baui von allergrößter Wichtigkeit ist. Ferner bietet sich die Prüfingenieure die Sicherheit, daß bei der wachung des Baues wichtige Änderungen sofort oh zögerung konstruktiv klargestellt und geprüft können, was bislang mindestens viel Schreiber gewißheit und letzten Endes behördliche Nachgiebigk sich brachte. Die Vermeidung dieser Übelstände i ein Vorzug, den jeder würdigen muß, der die Baupr dieser Hinsicht kennen gelernt hat.

Die Aufgaben der Prüfingenieure

Der Erlaß vom 3. Dezember 1926 nebst einer sung für die statische Prüfung durch die Prüfing ist also das Ergebnis langjähriger Bemühungen u Ausgleich widerstrebender Interessen. Zunächst nim Erlaß Rücksicht auf die bestehenden Einrichtungen lich auf die von einzelnen Gemeinden eingerichtete tischen Dienststellen, die durch die Neueinrichtung beiseite geschoben werden können, um so mehr, als s

[1]) Z. Bd. 54 (1910) S. 1324.
[2]) Z. Bd. 56 (1912) S. 1232.

ernahme von Prüfungen statischer Berechnungen bei
nit ministerieller Genehmigung geschaffenen Einrich-
ereit erklärt haben. Deshalb können Entwürfe an
upolizeibehörden mit einer vom Prüfingenieur ge-
statischen Berechnung nur unter der Voraussetzung
gt werden, daß die betreffenden Stadtgemeinden, die
statischen Ämter eingerichtet haben, damit einver-
sind.

ne weitere Einschränkung ist darin zu sehen, daß
Prüfingenieure geprüfte statische Berechnungen von
upolizei selbst oder durch die genannten statischen
tellen nachgeprüft werden sollen. Diese Nach-
erstreckt sich nur darauf, daß die amtlichen Be-
ngen beachtet sind, daß die Rechnungs- und Prüf-
en den anerkannten Regeln der Statik entsprechen,
statischen Berechnungen mit den Ausführungszeich-
übereinstimmen und daß auch alle in Betracht kom-
Bauteile statisch untersucht sind, also auf Stichpro-
der Rechnung. Erhebliche Unzulänglichkeiten sollen
ufsichtsbehörde bekanntgegeben werden, damit sie
len Prüfingenieur vorgehen kann.

gegen können ohne weiteres bei Bauanträgen für die
n Paragraphen 16 u. f. der Reichsgewerbeordnung
igungspflichtigen gewerblichen Anlagen sowie bei
rägen, für welche die Baugenehmigung durch staat-
Organe (Landräte, Distriktkommissare, Kreis- und
sschüsse) erteilt wird, den Bauvorlagen an die Bau-
die vom Prüfingenieur geprüften statischen Berech-
beigegeben werden. Diese müssen allerdings von den
igen Bauämtern und statischen Dienststellen „nach-
werden. Die Genehmigungspflicht gewerblicher
betrifft allerdings nur solche Anlagen, die infolge
ichen Lage oder der Beschaffenheit der Betriebstätten
he Nachteile, Gefahren oder Belästigungen für das
m herbeiführen können. Die Prüfung in baupolizei-
Hinsicht ist mit dem Genehmigungsverfahren ver-
aber wie gesagt, hierfür ist die vorherige
ng der statischen Berechnungen durch
ngenieure ohne weiteres zulässig.
st also den Prüfingenieuren schon ein gewisses Betäti-
ld eingeräumt.

Ausschuß für Prüfingenieure

Auswahl geeigneter Ingenieure für die Prüfung
er Berechnungen ist nach der ministeriellen Anwei-
n „Ausschuß für Prüfingenieure für
k" — API — gebildet, der aus je einem stimmberech-
Vertreter nachstehender Körperschaften besteht:

ein deutscher Ingenieure,
band deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine,
tsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen,
d Deutscher Architekten,
tscher Beton-Verein,
tscher Eisenbau-Verband,
ein Beratender Ingenieure,
d Deutscher Zivilingenieure,
tscher Holzbau-Verein,
band Deutscher Diplom-Ingenieure.

erdem gehört dem Ausschuß ein Vertreter des Mini-
für Volkswohlfahrt als Staatskommissar an.

er Ausschuß entscheidet über die Bewerbungsge-
owie über die Streichung von Prüfingenieuren aus
Ministerium geführten Liste. Die Berufung er-
für Eisenbau, Betonbau oder Holzbau, oder für
dieser Fächer. Die Berufenen erhalten die Be-
g „Prüfingenieure für Statik". Der
über die Zulassung der Prüfingenieure muß ein-
sein. Als Prüfingenieure können nur fachlich an-
Bauingenieure berufen werden, die mindestens
lang statische Berechnungen für baupolizeiliche
angefertigt und geprüft haben und mit der Praxis
ing stehen. Lehnt der Ausschuß eine Bewerbung
teht es dem Bewerber frei, sich nach Jahresfrist
e zu melden.

Bauherrn und den Bauunternehmern steht die Aus-
ter den Prüfingenieuren völlig frei, nur dürfen
cht den Entwurf aufgestellt oder an ihm mitge-
ben. Der Prüfingenieur hat seine Aufgabe unter
ster sachlicher und moralischer
terfüllung im Sinn eines öffent-
Amtes durchzuführen. Der Ausschuß für Prüf-
e hat sich nach dem Ministerialerlaß eine Ge-
schäftsordnung gegeben. Prüfingenieure selbst gehören dem Ausschuß nicht an, dessen Tätigkeit natürlich durchaus ehrenamtlicher Art ist. Zur Erledigung der laufenden Geschäfte ist ein Schriftführer gewählt, für den der Verein deutscher Ingenieure einen Bauingenieur seiner Geschäftstelle kostenlos zur Verfügung gestellt hat. Die übrigen Sachkosten trägt vorläufig das Ministerium für Volkswohlfahrt.

Pflichten der Prüfingenieure

Die gewählten Prüfingenieure haben sich bereit erklärt, die Prüfung statischer Berechnungen auf eigene Verantwortung zu übernehmen und, falls verlangt, die Beachtung und Durchführung der statischen Berechnung bei der Bauausführung zu überwachen. Sie sind in bezug auf ihre Tätigkeit als Prüfingenieure sowohl in sachlicher als auch in moralischer Beziehung dem Urteil des Ausschusses für Prüfingenieure unterworfen und haben diesem auf Erfordern Rechenschaft abzulegen.

Der Ausschuß ist berechtigt, einen Prüfingenieur aus der Liste zu streichen. Der Prüfingenieur hat sich verpflichtet, alles zu tun, was in seinen Kräften steht, um der Neueinrichtung zu Ansehen und Achtung zu verhelfen.

Der Prüfingenieur darf sich nicht in reklamehafter Art anpreisen oder sich öffentlich um Aufträge bewerben und muß im Interesse der Standeswürde eine entsprechende Zurückhaltung bewahren.

Kosten der Prüfung

Die Vergütung ist nach den staatlichen und kommunalen Gebührenordnungen für Prüfung von statischen Berechnungen geregelt, und zwar erhält der Vorprüfer ⅔ der bisherigen Gesamtgebühren. Im allgemeinen sollen die Kosten nicht höher werden als bei den Prüfungen in der bisherigen Weise. [N 916]

Berlin Dr.-Ing. E. h. Karl Bernhard

Steuerung von Elektronenströmen in Quecksilberdampfentladungen[1])

Bei den gewöhnlichen Glühkathodenröhren, wie sie als Verstärker- und Senderöhren in der drahtlosen Telegraphie weitgehend verwendet werden, sind hohe Leistungen nur durch die Verwendung hoher Spannungen (1500 bis 6000 V) zu erzielen, da die negative Raumladung der Elektronen den von der Kathode kommenden Elektronenstrom begrenzt. Das wird bei der neuen Röhre, die ich im Forschungslaboratorium Siemensstadt der Siemenswerke entwickelt habe, vermieden. Bei dieser wird ein Quecksilberdampf-Lichtbogen im luftleeren Raum benutzt.

In einem Quecksilberdampf-Vakuumlichtbogen enthält die Leitungsbahn sehr viele Elektronen, aber auch positive Quecksilberionen. Brennt der Lichtbogen durch eine Metallsonde hindurch, die eine Spannung gegenüber der Lichtbogenkathode hat, so tritt ein Ionen- und Elektronenstrom zur Sonde hin auf. Durch Aufteilung der Zylindersonde in ein Metallgitter und einen konzentrischen Anodenzylinder kann man die beiden Ströme trennen. Der Abstand zwischen Metallgitter und Anodenzylinder beträgt nur wenige Millimeter. Durch eine vollständige Abtrennung des Steuerraumes, der von dem Gitter und der Anode begrenzt wird, vom Raume der Lichtbogenentladung mittels gut passender Glasröhren, ferner durch geeignete Wahl der Gitterkonstanten (Drahtdicke und Maschenweite) und durch Kühlung der Kathode und des Raumes darüber gelingt die Trennung der Ionen- und Elektronenströme. Der Anodenstrom erreicht bei 220 V Anodenspannung Beträge bis zu 5 A. Diese Elektronenströme sind bei gleichen Spannungen rd. 100mal so groß wie der der hochwertigsten bekannten Glühkathodenröhren. Etwa ebensoviel größer ist auch die Steilheit, die Beträge von 500 mA/V erreicht. Der Durchgriff beträgt etwa 10 vH, so daß die Gütezahl der neuen Steuerröhre etwa 5000 beträgt. Bei der neuen Telefunkenröhre RE 134 beträgt diese Zahl nur 20. Die Röhre hat einen inneren Widerstand von rd. 70 Ω. Für besondere Zwecke, wo bei niedrigen Anodenspannungen hohe Leistungen verlangt werden, ist sie vorzuziehen. Sie ist wegen ihres geringen inneren Widerstandes vor allem für Maschinensteuerungen geeignet.

Berlin-Siemensstadt [N 902] Dr. E. Lübcke.

[1]) Auszug aus einem Vortrag auf dem Deutschen Physikertag in Bad Kissingen am 19. September 1927.

RUNDSCHAU

Wissenschaftliche Tagungen

Metallkunde und Technik

Die 9. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde wurde im Rahmen der Werkstofftagung am 25. und 26. Oktober in Berlin abgehalten. Sie vereinte eine außerordentlich große Zahl bewährter Wissenschaftler und Fachgenossen und bot durch ihre Verhandlungen ein bemerkenswertes Bild der Strömungen, die nicht nur dem Metallfachmann, sondern auch dem Maschinen- und Bauingenieur neue Wege weisen. Als Ehrengäste waren u. a. erschienen der Präsident der Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaft, Exz. Dr. F. Schmidt-Ott, der Vizepräsident des Institute of Metals, London, Dr. Hutton, Vertreter der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaften, der Staatlichen Materialprüfungsämter, der Technischen Hochschulen usw. Nach einleitenden Worten des Vorsitzenden der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, J. Czochralski, nach der Begrüßung durch den Rektor der Technischen Hochschule Berlin, Geh. Rat Dr. Boost, und den von Dr. Hutton überbrachten Grüßen des Institute of Metals ergriff Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. R. Schenck, Münster, das Wort zu seinem Vortrag:

Was bietet die wissenschaftliche Metallkunde der Technik?

Erst wenige Jahrzehnte gibt es eine planmäßige wissenschaftliche Erforschung der Metalle. Seitdem man danach strebte, den inneren Aufbau der Metalle und die diesen Aufbau beeinflussenden Umstände zu erkennen, war es auch möglich, in gewissen Grenzen das verwirrende Bild der Erscheinungen, das die Metalle und ihre Legierungen bieten, zu verstehen. Die Forschungen der letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts im Grenzgebiete der physikalischen Chemie haben bestimmte theoretische Grundlagen ermöglicht, die gestatten, mit Aussicht auf Erfolg weitere Forschungen über das Wesen der Metalle durchzuführen. Die Gesetze, die die Vorgänge in den Metallen im festen Zustand beherrschen, und die neuen kristallographischen Erkenntnisse waren Grundfesten der Metallkunde. Ergänzt werden sie durch das Wissen von den spezifisch metallischen Kennzeichen, die ihre gemeinsamen Ursachen in elektrischen, optischen und hohen plastischen Eigenschaften haben. Nahezu 80 vH aller Elemente weisen diese spezifisch metallischen Kennzeichen auf. Die Reaktionen im festen Zustande, die Vielgestaltigkeit des Gefüges, sind seit über 100 Jahren bekannt. Tiefgreifende Änderungen der Eigenschaften der festen Werkstoffe sind damit verbunden. Erwähnt sei die Umwandlung von weißem Zinn zu grauem Zinn oder die technisch außerordentlich wichtige γ/α-Umwandlung des Eisens.

Von großer Wichtigkeit sind die Untersuchungen über das Erstarren und die Erstarrungsgebilde in Zwei- und Mehrstoffmischungen geworden. Diese Gebilde sind Kristalle der reinen Bestandteile, solche intermetallischer Verbindungen oder die sogenannten festen Lösungen oder Mischkristalle, die wesentliche Bedeutung für die Widerstandfähigkeit gegen mechanische und chemische Beanspruchung haben. Die Mischkristalle zeichnen sich besonders durch Härte und Zugfestigkeit aus. Hierher gehören die Stähle, die Bronzen, Messinge, Leichtmetallegierungen u. a. m. Es liegt in der Hand des Metallkundigen, bestimmte Anforderungen an diese Eigenschaften scharf und genau zu erfüllen, indem er die Grenze des Mischverhältnisses der Bestandteile verändert. Geringe Zusätze zu Reinmetall oder zu einer Verbindung bedingen in der Regel starke Änderungen der Eigenschaften.

Auf dem gesicherten Boden der Thermodynamik ruhen die Zustandschaubilder von Zwei- und Mehrstoffsystemen. Aus diesen kann man nicht nur für jede einzelne Mischung der Bestandteile die Veränderung bestimmen, die beim Abkühlen aus der Schmelze auftritt, man kann auch erkennen, welche Kristallarten die völlig erstarrte Legierung aufweist, welche erwünschten oder unerwünschten Gefügearten beständig sind und bei welchen Temperaturen und in welcher Weise sich diese Gefügearten gebildet haben. Zwangläufig kann auch hier der Metallkundige wertvolle Gefügearten durch Abschrecken auf Zimmertemperatur beibehalten und dadurch technisch wichtige Legierungen schaffen.

Die Zustandschaubilder, entstanden aus der Beobachtung des abnehmenden Wärmeinhaltes der Systeme bei abfallender Temperatur, durch metallmikroskopische Untersuchungen und durch Beobachten der Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften vom Mischverhältnis der Legierungsbestandteile, sind dem Wissenden Wegweiser zur Beherrschung bestimmter Gefügebestandteile. In neuerer Zeit in gewissen Fällen Untersuchungen der chemischen gewichte von Metallen mit reaktionsfähigen Gasen gezogen; so hat Prof. Schenck auf diese Weise da und Fe-O-System untersucht.

Neuere Forschungen haben gezeigt, daß die lischen und mechanischen Eigenschaften der Metall nigen Zusammenhang stehen mit den durch die Kri tion bedingten Korngrößen und der Orientierung stallits. Die neuzeitliche Technologie geht darauf zwangläufig die Kristallisation zu beeinflussen un fehler zu bekämpfen. Die Studien über die Abhä der Größe des Kristallkornes von den Arbeitsbedin über die Rekristallisation und über das Verhalten kristalle haben wertvolle Einblicke in die Vorgä geben, die die Grundlage für die Beanspruchung der linischen Werkstoffe bei der plastischen Verformung Mit den Eigenschaftsänderungen ändert sich zugl Gefüge. Als ein unentbehrliches Hilfsmittel haben Röntgenstrahlen erwiesen, aber auch einfache Ätzv sind geeignet, Rückschlüsse auf die technologisch geschichte des Werkstoffes zu ermöglichen. Techni wirtschaftlich von großer Tragweite ist die Erhalt Werkstoffe gegenüber Einflüssen der umgebenden chemischer Mittel. Es konnten bereits wertvolle Ric aufgestellt werden, die helfen, unbeständige Metall Korrosion (Ätzfraß) zu schützen.

Schenck ging dann auf einige spezifisch me Eigenschaften und ihre Beeinflussung durch die Zu setzung und Behandlung ein. Die Kenntnis vom W metallischen Werkstoffe setzt den Ingenieur in de 1. die verwendeten Werkstoffe mit großer Sicher prüfen und 2. zu erkennen, daß man über Werksto fügt, die für jede irgendwie geartete Konstruktion jeden Verwendungszweck geeignet sind, oder sie unt Anpassung an die Bedürfnisse herstellen kann.

Dann sprach der Vorsitzende der Deutschen Ges für Metallkunde, Oberingenieur J. Czochralski, furt a. M., über

Neues und Altes aus der Technologie und Tech

Die Vernachlässigung der Gußlegierungen in den Jahrzehnten sei darauf zurückzuführen, daß die kr Legierungen zu sehr in den Vordergrund traten. Di stellung ist inzwischen von verschiedenen Seiten als haft erkannt worden. Namhafte Forscher haben d legierungen ihr Augenmerk zugewandt. Als Ergebni Einstellung kann man den Perlitguß und die verg Aluminium-Silizium-Legierungen betrachten. Die M der verwendeten Legierungen kann man zum größt als Rohlegierungen bezeichnen im Gegensatz zu de legierungen, die bisher nur in wenigen Abarten en worden sind.

Unter Feinlegierung versteht man eine Le deren technologische Hochwertigkeit auf dem Einf ringfügiger Zusätze auf den Gefügeaufbau beruht. Zusatz von nur $^4/_{100}$ Gewichtsteilen Lithium werde hochwertige Bleilagermetalle geschaffen. Zu den Fe rungen gehören auch die Siliziumbronzen, die im lichen Kupfer-, Kobalt-, Nickel- und Eisenlegierung entsprechendem Siliziumgehalt darstellen. Auch di durch perlitähnlichen Gefügeaufbau mit hoher Gleich keit und Hochwertigkeit der mechanischen Eigens ausgezeichnet.

Den Verfahren der Kornverfeinerung wird der kundige Fachmann noch besondere Aufmerksamkeit ken müssen. Die neueren Erfahrungen haben auch daß das bisherige Wissen vom Aufbau der Legierung ihren physikalischen Eigenschaften nicht ausreicht, Anforderungen, die in immer schärferem Maße v Metallverbrauchern gestellt werden, gerecht wer können. Im Verlauf seiner weiteren Ausführungen g Vortragende auf die Beziehung zwischen Metallkun Werkstofftagung ein.

Der nächste Redner, Dr. E. Schmid, Frankfu besprach in seinem Vortrag, neue Wege der K sionsforschung, die Schwierigkeit der versuc gen Verfolgung des Ätzfraßes der Metalle. Er sc Übereinstimmung mit Czochralski vor, die Änderung Festigkeitseigenschaften neben den bisher ausschließli wendeten Prüfverfahren: der Bestimmung des Gew lustes, der Untersuchung der entstehenden Kor produkte und der Bestimmung der Tiefe der am st angegriffenen Stellen mit heranzuziehen.

nächste Vortrag behandelte die vergütbaren
luminiumlegierungen als Konstruktionsstoffe.

m Vortrag wurde von maßgebender Stelle, von
Roth (Vereinigte Aluminiumwerke, Lautawerk)
tenmal vor der Allgemeinheit festgestellt, daß es
ig sei, zugunsten der Eigenschaften der Leicht-
neue Maschinenelemente zu schaffen.

e Übelstände in der Verwendung der Leichtmetalle
f die Mißachtung gegen Grundgesetze des Leicht-
ues zurückzuführen. Das sinnfällige Beispiel einer
tal hergestellten Kirchenglocke in der alten Form
r neuen, den Eigenschaften des Lautals angepaßten
urde den Zuhörern durch den Klang der beiden
alle Zweifel schlagend, dargeboten. Die spezi-
Eigenschaften der Leichtmetalle werden besonders
lertechnik, dem Fahrzeug- und Kranbau zugute kom-
ie Ersparnisse maschineller Arbeit bei dynamischen
en, die Ersparnisse beim Gewicht und die Erleichte-
nschlicher Arbeit sind Umstände, die den Leicht-
den Weg weisen. Das geringe Gewicht allein kann
wendung des Leichtmetalles nicht in allen Fällen
igen, und der Ersatz eines gußeisernen Fundament-
durch einen gegossenen Leichtmetallrahmen würde
ıerordentliche Werkstoffverschwendung bei hohem
deuten. Die Anwendung der Leichtmetalle wird ja
mliche Formen bedingen und dadurch die Archi-
nd das Kunsthandwerk vor neue Aufgaben stellen.

Ersparnis maschineller Arbeiten gehört besonders
ngerung unausgeglichener und ungefederter Massen.
älle liegen vor im Kraftwagenbau, Waggon- und
u. Ein neuzeitlicher Stadtbahnwagen in leichtester
struktion wiegt immer noch 40 t, ein Wagen aus
tall nur 21 t. Aufgabe des Konstrukteurs wird es
Mindestgewicht des Wagens zur Vermeidung von
n usw. zu errechnen. Für die Sicherheit des Ver-
chtig ist die Verkürzung des Bremsweges.

die Anwendung bei Fernleitungen sind besonders
Al-Leitlegierungen berufen, eine große Rolle zu
Bei nur wenig verringerter elektrischer Leitfähig-
nüber dem Reinaluminium ist die Festigkeit dieser
gen außerordentlich gesteigert worden. Ein be-
ertes Gebiet ist auch der Brückenbau, bei dem
Eigengewicht in ungewöhnlichem Mißverhältnis
genen Last steht.

Erleichterung menschlicher Arbeit wird u. a.
der Verwendung des Aluminiums im Haushalt
inung treten. Unmittelbaren wirtschaftlichen Er-
die Aluminiumlegierung z. B. auch in ihrer An-
als Strahlrohr, als Schlauchkupplung und als
r die Feuerwehr haben.

h Reinaluminium hat als Konstruktionsbaustoff
leutung. Seine mechanischen Eigenschaften sind
ing, aber infolge der hohen Beständigkeit gegen
g verwendet man es in der chemischen Industrie.
ft ist hierfür die Möglichkeit, Halberzeugnisse,
he, in großen Abmessungen herstellen zu können.

gend notwendig ist die Normung der Leichtmetall-
Die heute übliche Herstellung durch Pressen und
ird dann durch Walzen ersetzt werden können, was
chaftliches Arbeiten ermöglicht.

Schlußvortrag des ersten Hauptversammlungstages
Ph. J. H. Wieland, Wielandwerke, Ulm, über
ätsmessing. Er erörterte die Entwicklung des
nessings in den letzten Jahrzehnten und gab
len Seiten erwünschten Einblick in die Eigen-
es Qualitätsmessings und die möglichen Ansprüche
auf mechanisch-technologische Eigenschaften.

zweite Verhandlungstag brachte eine Reihe be-
erter kurzer Mitteilungen aus wissenschaftlichen
sstätten und aus der Praxis. Sie betrafen unter
vergütbare Silberlegierungen, die ähnliche Er-
en zeigen wie die vergütbaren Aluminiumlegie-
rner vergütbare Berylliumlegierungen mit Kupfer,
obalt und Eisen, Metallfolien bis $^1/_{100}$ mm Dicke,
he Erörterung der Arbeiten über das Erstarrungs-
andlungsschaubild der Zink-Kupfer-Legierungen
n 30 Jahre und Aufstellung eines neuen Schau-
s Dilatometrieren von Leichtmetallen, die Poren-
e und ihre Bedeutung für gegossene Werkstoffe,
ngen an Elektrolytkupfer, die Zipfelbildung beim
iehen von Kupfer und die Gefügeausbildung im
hr. Die kleinen Vorträge, die kennzeichnend für
n Tag der Hauptversammlung der Deutschen Ge-
für Metallkunde sind, boten wertvolle Beispiele
ätsarbeit und technische Höchstleistungen.

Wolf

Eisenhüttentagung 1927

Alljährlich im Herbst pflegen die Eisenhüttenleute ihre Hauptversammlung in Düsseldorf abzuhalten. Nur aus ganz besonderem Anlaß haben sie bisher einen andern Tagungsort gewählt, z. B. anläßlich der Einweihung des Instituts für Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Breslau wurde im Jahre 1911 die Hauptversammlung dort abgehalten. Zwei Gründe waren es in diesem Jahre, die den Verein deutscher Eisenhüttenleute veranlaßten, seine Hauptversammlung nach Berlin zu verlegen. In den einleitenden Worten seines Vortrages

„Stahl und Eisen und die deutsche Wirtschaft"

kennzeichnete der Vorsitzende des Vereines, Generaldirektor Dr. Vögler, Dortmund, diese Gründe. Die Werkstofftagung, verbunden mit der großen Werkstoffschau ist der eine Anlaß, während als der andre zu bezeichnen ist: die Grundlagen zu schaffen, um zwischen der Provinz, wie er die Eisenhüttenbezirke nannte, und der Reichshauptstadt bessere Beziehungen anzubahnen.

Berlin ist als das große Sammelbecken aller geistigen Strömungen anzusprechen. Hier werden Gedanken geboren und entstehen Bewegungen, von denen die Provinz nichts ahnt; deshalb ist es als eine bedeutungsvolle Aufgabe anzusprechen, wenn man sich bemüht, ein verständnisvolles inneres Verhältnis zwischen der Reichshauptstadt und dem Lande zu schaffen. Besonders zu begrüßen wäre es, wenn man nach Berlin berufen würde, nicht um fertige Beschlüsse entgegenzunehmen, sondern um an der Lösung großer Aufgaben tatkräftig mitzuarbeiten.

Dr. Vögler ging dann auf die Steigerung der Leistung unsrer Eisenindustrie ein. Wir haben heute die gleiche Erzeugungsziffer erreicht wie vor dem Kriege. 1913 wurden in Deutschland 18 Mill. t Eisen erzeugt. Infolge des Krieges und der damit verbundenen Gebietsverluste fiel die Erzeugung um 5 Mill. t. Im Jahre 1927 werden wir dank planmäßiger unermüdlicher Arbeit den Stand von 1913 erreicht haben. Die Gütesteigerung auf dem Gebiete des Eisens und Stahles zeigt uns am deutlichsten die Werkstoffschau. Finden doch hier alle Kreise unsres Vaterlandes bis zum letzten Verbraucher die reiche Fülle an Werkstoffen verschiedener Art und Abstufung, die uns unsre Eisenindustrie zur Verfügung stellt. Hier wird gezeigt, wie man die Eigenschaften durch Prüfung feststellt. Sie deckt aber auch die Fehler auf, die bei Herstellung und Verarbeitung von Eisen und Stahl entstehen können und welche Wege man gehen muß, um sie zu beseitigen.

Beispiele für die Steigerung der Güte zeigen folgende Zahlen: Unsre Väter rechneten i. M. mit 750 kg/cm² Festigkeit, heute rechnet man durchschnittlich mit 1450 kg/cm², bei silizierten Stählen mit 2000 kg/cm² und legierten Sorten bis 4000 kg/cm². Leichtbau wäre heute undenkbar, wenn man diese Gütesteigerung nicht durchgeführt hätte.

Durch Anwendung wirtschaftlicher Arbeitsverfahren hat man in unsrer Eisenindustrie zu sparen gelernt und dadurch die Güte verbessern können. Für die Erzeugung der 18 Mill. t Eisen braucht man heute rd. 23 Mill. t Kohle weniger als vor 25 Jahren. Im Jahre 1900 stellte man eine Tonne Rohstahl mit einem Aufwand von 20 Mill. kcal her. Heute erzeugt man die gleiche Menge mit nur rd. 6 Mill kcal. Der Energieaufwand für den Rohstahl ist jetzt also in der dem Hochofen zugeführten Koksmenge enthalten. Auf den Kopf der Belegschaft wird heute das 2½fache der früheren Menge gewonnen. Der Arbeiterschaft ist dies durch eine ständige Lohnsteigerung zugute gekommen. Trotzdem stehen wir heute erst am Anfange dieser Entwicklung. Die deutsche eisenschaffende Industrie braucht heute den Wettbewerb des Auslandes nicht mehr zu scheuen. Die Fortschritte, die wir gemacht haben, sind durch engste Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik erreicht worden. Die Technik ist zur angewandten Wissenschaft geworden.

Zu den wirtschaftlichen Fragen übergehend, führte Dr. Vögler aus, daß wir vor einem Jahr rosiger in die Zukunft sahen als heute. Die heutigen Verhältnisse wären jedoch zu wenig gesichert, als daß man daraus schon eine schlüssige Beurteilung ableiten könne. Wir glaubten, daß der Grundsatz sich wieder Geltung verschafft habe, daß Wirtschaft von Wirtschaftlichkeit abhängig sei. Wir treiben jedoch heute Sozialpolitik und Finanzpolitik, nicht Wirtschaftspolitik. Um wieder erstarken zu können, brauchen wir Arbeitsfreude als Erziehungs- und wichtigsten Staatsgedanken. Außerdem müssen wir nach äußerster Gütesteigerung streben. Nur hierdurch werden wir aus der schweren wirtschaftlichen, sozialen und politischen Lage herauskommen. Die Wirtschaft muß frei schalten und walten können, damit uns wieder eines Tages Männer wie Krupp,

Thyssen und Stinnes erstehen können. In der Vergangenheit hat die deutsche Wirtschaft gezeigt, daß sie ihre Freiheit nicht mißbraucht; sie hat es mit dem Grundgedanken gehalten, daß jede Wirtschaft nur dann gedeihen kann, wenn sie auf das Wohl des Ganzen gerichtet ist.

Den zweiten Vortrag hielt Prof. Dr. E. Fischer, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Anthropologie, Berlin-Dahlem, über

Rasse und Vererbung in ihrer Bedeutung für Volk und Wirtschaft.

Unter Rassetheorie versteht man den Ablauf kulturellen Geschehens, den man durch geschichtliche und volkswirtschaftliche Unterlagen erklären kann. Aber man muß hier auch die Unterschiede im körperlichen und vor allem im geistigen Verhalten der betrachteten Menschen mit verantwortlich machen, d. h. also, es gibt körperliche und geistige Rassenunterschiede, von denen neben andern Punkten das geschichtliche Geschehen, das Schicksal und die Leistungen der Völker abhängen. Zwei Hauptfragen unterstrich der Vortragende besonders: „Wirken auf das Leben und den Bestand der Einzelwesen, die eine soziale Gruppe bilden, irgendwelche Einrichtungen dieser Gruppe ein?“ und „Wie wirkt die erbliche körperliche und geistige Beschaffenheit der Glieder einer Gruppe auf deren Schicksal?“ Die Fragen können nur mit naturwissenschaftlichem Verfahren überprüft werden, weil es sich um Leben, Aussterben, Erbeigenschaften usw. handelt.

Geistige Begabungen sind als erblich anzusprechen; Einbildungskraft, Willenskraft, Entschlußfähigkeit, Intelligenz usw. sind verschieden verteilt. Die Menschen sind nicht gleich. Diese Punkte treten bei dem einzelnen nicht nach irgendwelchen Gesetzen in die Erscheinung, sondern sie ordnen sich willkürlich an, gleich dem Wurf von vielen Würfeln. In jedem Volke wird es darauf ankommen, daß die Erbeigenschaften zu jeder Zeit da sind und daß die minderbegabte Menge nicht verhindert, daß sie sich voll entfalten können.

Die einzelnen Fachsitzungen der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute fanden im Rahmen der Vorträge der Werkstofftagung statt.

[N 952] Gossow

Werkzeugmaschinen

Neue Hochleistungs-Schnelldrehbank

Für die Bearbeitung großer, schwerer Werkstücke baut die Kalker Maschinenfabrik A.-G. in Köln-Kalk eine bemerkenswerte Hochleistungs-Schnelldrehbank mit einer Spitzenhöhe von 800 mm und einer Spitzenweite von 8000 mm; das Gewicht der Drehbank beträgt 60 000 kg.

Abb. 1 zeigt den äußeren Aufbau, Abb. 2 einen Überblick über die Anordnung der Bedienungsteile. Auf der Vorderseite des Spindelstockes befinden sich die Handräder für das Verschieben von Räderblöcken, ein Sondermeßgerät zur Prüfung der Drehzahlen und Schnittgeschwindigkeiten sowie ein Hauptdrucköler mit sichtbarem Tropfenfall für zuverlässige Schmierung der Lagerstellen und Zahneingriffe. Die Reibkupplung zwischen Motor und Getriebe kann durch Handräder vorn am Bett in der Nähe der Planscheibe und außerdem an beiden Drehschlitten betätigt werden. Die Schloßplatten, in denen die Wechsel-

getriebe für die Vorschübe untergebracht sind, tr
dem abnehmbaren Deckel in günstiger Greifhöhe
und Handräder für folgende Schaltungen: Wechsel
Lang- und Planzug, Vorschubwechsel, Umkehr
schubrichtung, Schnellverstellung und Handverste
Drehschlitten.

Abb. 3 ist ein Teilschnitt durch den Spin
Zum Antrieb dient ein umsteuerbarer Drehstrom
80 PS. Zwischen Motor und zweiseitig gelage
triebritzel ist eine Dohmen-Leblanc-Kupplung
die das Anfahrmoment stoßfrei auf das Getriebe
Die Geschwindigkeiten werden ausschließlich durch
räder mit geschliffenen Zahnflanken gewechselt;
fronten sind abgerundet, damit man bequem un
schalten kann. Die Kraftübertragung ist sehr gü
der Antrieb bei allen Drehzahlen über den Zahnk
Planscheibe geleitet wird; dieser Zahnkranz aus
stahl hat besonders breite und feine Innenverzah
daß auch bei schweren Schnitten und hohen D
ruhiger Lauf gewährleistet ist. Die Hauptspindel
nachstellbaren Lagern; ihr Axialdruck wird von ei
tigen Kugellager aufgenommen. Der Reitstock ist
Planscheibe ausgerüstet, damit man die schwere
stücke zwischen den Spitzen sicher festlegen kann
stützung dienen zwei halbseitige, aufklappbar
lünetten.

Abb. 4 zeigt den kennzeichnenden Bettquersc
Hochleistungs-Schruppbank. Die vorderen stu
nach oben gezogenen Wangen des Vierbahnenbette
die hohen Schnittdrücke günstig auf, da die Sch
folge dieser Bauart gedrungen und kräftig ausgebi
den konnten. Als Besonderheit hat die Bank
richtung zum Kegeldrehen, indem Lang- und Planz
eine Schere und Wechselräder verbunden werden,

Die Führungsbahnen des Bettes sind in Kokillen
Die abgeschreckten oberen Schichten ergeben dich
und saubere Gleitflächen, so daß Reibung und V
auf ein Mindestmaß herabgesetzt sind. Die Leitsp
unter der vorderen Wange im Innern des Bettes an
das bringt gegenüber der bisher üblichen Bauart
fachen Vorteil, daß der Vorschub- und Gleitwiderst
stiger aufgenommen wird und der freie Raum vor

Abb. 2
Anordnung der Bedienungsteile

Abb. 1
Hochleistungs-Schnelldrehbank von 800 mm Spitzenhöhe und 8000 mm Spitzenweite der Kalker Maschinenfabrik, A.-G., Köln-Ka

Abb. 3
Teilschnitt durch den Spindelkasten
M. 1 : 30

Abb. 4
Bettquerschnitt und Lünette
M. 1 : 30

tzung der Schlitten durch eine besondere Führung t werden kann.

Schnittversuche mit den verschiedensten Schnell- n unter normalen Verhältnissen zeigten die außer- he Leistungsfähigkeit der Drehbank. Trotz zeit- deutender Überlastung und stärkster Beanspru- e eine Verbrennung der hochwertigen Werkzeuge Zeit herbeiführte, wurde die Maschine nicht voll . So wurden z. B. bei 90 mm² Spanquerschnitt Werkstoff mit 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit und Schnittgeschwindigkeit von 30 m/min die Schnei- kurzer Zeit stumpf, während die Werkzeuge unter chen Verhältnissen, jedoch bei einer Schnittge- keit von 20 m/min längere Zeit (bis zur Beendi- Versuches) schneidhaltig blieben. Das ist ein er- Zeichen des hohen Standes des deutschen Schwer- naschinenbaues. Hierbei sei daran erinnert, daß Leistungsfähigkeit der Schnelldrehwerkstoffe in näßig kurzer Zeit fast sprunghaft erhöht hat, so chkreisen anfangs starke Zweifel laut wurden, Werkzeuge überhaupt voll ausgenutzt werden
[M 670]

Dipl.-Ing. Niggemeyer

Hartzerkleinerung

Der Titan-Brecher

Einer der wirksamsten Wege, Herstellkosten eines Erzeugnisses zu verbilligen, ist neben der Ausschaltung jedweder Handarbeit der, mehrere Arbeitsgänge, die bisher stufenweise in verschiedenen Maschinen aufeinander folgten, unter gleichzeitigem Fortfall der bei der bisherigen Arbeitsweise erforderlichen Fördermittel in einer Maschine zu vereinigen. In besonderem Maße machen sich die Vorteile einer solchen Vereinfachung bei der Zerkleinerungsarbeit bemerkbar, sobald es sich um Verarbeitung von Massengütern handelt.

Bei den Werken des vorstehend angezogenen Sondergebietes müssen die zerkleinerten Rohstoffe für die Weiterverwendung meist eine besondere Beschaffenheit aufweisen. Ziemlich übereinstimmend läßt sich feststellen, daß die Erzeugung von Mehlfeinem im allgemeinen nicht erwünscht ist, mit Rücksicht auf die Staubentwicklung beim nachfolgenden Trockenvorgang in Zementfabriken, oder in Hinsicht auf die schwierigere Aufschließmöglichkeit, z. B. beim Lösen der Rohsalze in Chlorkaliumfabriken. Häufig kommt hinzu, daß der Staubgehalt im Enderzeugnis eine Wertminderung für dieses zur Folge hat, wie z. B. in der Steinsalzindustrie, so daß das Staubfeine wieder ausgeschieden werden muß. Anderseits wieder wird auch bei manchen Erzeugnissen besonderer Wert auf gleichmäßige Stückgröße gelegt, z. B. bei Herstellung von Schotter. Aus diesen Gründen wählte man bisher für die Zerkleinerung verschiedene Maschinengruppen, da ein Brechen in Stufen mit jedesmaligem Ausscheiden des Fertigerzeugnisses die beste Aussicht auf größte Ausbeute bot.

Abb. 5
Der Titan-Brecher, ein doppelseitiger Hammerbrecher

Abb. 6
Selbsttätige Beschickung des Titan-Brechers durch ein eisernes Plattenband

In andern Fällen, in denen keine Sonderwünsche in bezug auf die Zusammensetzung des fertigen Erzeugnisses vorlagen, ließen konstruktive Gründe bei der Ausführung der Maschinen eine Unterteilung in Grobbrecher und Feinbrecher zweckmäßig erscheinen. So z. B. ist es mit der am meisten verbreiteten Maschine zum Vorbrechen von Gestein, dem Backenbrecher, nicht möglich, Stücke von rd. 1 m³ Größe, wie sie heute beim Baggerbetrieb vorkommen, in einem Arbeitsgang auf ungefähr Walnuß- bis Haselnußgröße zu zerkleinern, eine Forderung, die häufig gestellt wird. Hierdurch ergab sich die Notwendigkeit, eine weitere Maschine zum Nachbrechen, z. B. einen zweiten Backenfeinbrecher, einen Kollergang, eine Hammermühle oder ein Walzwerk nachzuschalten. In älteren Kaliwerken findet man für die Feinzerkleinerung auch noch Glockenmühlen, Walzenstühle usw. Im großen und ganzen kann aber gesagt werden, daß das Gefüge, der Feuchtigkeitsgehalt, die Härte, die Größe des Aufgabegutes oder des Enderzeugnisses der Verwendung von Einzelmaschinen verhältnismäßig enge Grenzen setzen. An zahlreichen Versuchen und Konstruktionen hat es nicht gefehlt.

Einen besonders bemerkenswerten Fortschritt stellt in dieser Reihe die Zerkleinerungsmaschine, Abb. 5 und 6, dar, bei der die Schlägerwellen doppelseitig angeordnet sind und der Brechvorgang innerhalb der Maschine selbst unterteilt ist. Sogar feuchte und schmierige Materialeinschlüsse rufen kein Verstopfen hervor, sondern werden bei richtiger Aufgabe anstandslos verarbeitet.

Wie Abb. 7 zeigt, nehmen zwei sich gegeneinander drehende Schlägeranordnungen von entsprechend großem Durchmesser, von denen ein jedes je nach Leistung 4 bis 16 Schlagwerke hat, das Brechgut auf und zerkleinern in dem rostartig ausgebildeten Einwurfkorb das Gut auf etwa Faustgröße.

Die Hämmer selbst werden beim Auftreffen auf besonders harte Stücke oder Fremdkörper nicht mit Gewalt weiter getrieben, sondern können infolge ihrer freibeweglichen Aufhängung rücklaufend zur Drehrichtung ausweichen. Der sich hierdurch ergebende elastische Schlag ermöglicht bei Wahl der entsprechenden Umlaufzahl eine weitgehende Bestimmung der Korngröße des Enderzeugnisses.

Bei besonders hartem und zähem Aufgabegut tritt entweder durch den ersten kräftigen Schlag eine Gefügezertrümmerung ein — das Material zerfällt und kann durch die Rostspalten den Brechraum sofort verlassen — oder der Hammer weicht aus und vollendet bei einer der nächsten Umdrehungen seine Arbeit.

Eine weitere Folge dieses elastischen Schlages ist die geringe Empfindlichkeit des Brechers gegenüber etwa eingedrungenen Fremdkörpern, z. B. Eisen. Beim Auftreffen auf einen solchen weicht der Hammer aus, und da die Eisenteile sich durch ihren hellen Klang verraten, können sie leicht, ohne daß die Maschine auseinandergebaut wird, entfernt werden. Das Aufgabegut kann sich auch in dem oberen Brechkorb frei bewegen und hat daher entsprechende Ausweichmöglichkeit.

Die weitere Zerkleinerung geschieht im Innern des Brechers in der Weise, daß das Brechgut durch die Schlagwerke über den Brechrost getrieben wird. Dieser wird aus dreikantigen Stäben gebildet, die zwischen einander eine Spaltweite entsprechend der gewünschten Körnung lassen. Diese beträgt im Mittel 25 mm, so daß das Brech
Gemisch von Grieß und Korn bis Walnußgröße d

Da die Zerkleinerung schnell vor sich geht und
beitsweise bei gleichzeitiger Ausscheidung des Fer
nicht quetschend, sondern spaltend ist, weist das B
eine große Gleichmäßigkeit mit verschwindender
dung auf. Infolgedessen kann man mit dem Bre
einem Arbeitsgange stückige Steinkohlen zu Kok
verarbeiten, sowie Braunkohlen für die Brikether
vorbereiten.

Zahlreiche Karnallitwerke besitzen jetzt für d
bereitung der Rohsalze zum Lösen nur einen einzige
Brecher als alleinige Zerkleinerungsmaschine,
früher verschiedene Maschinen hierzu erforderlich

Bei stark verwachsenen Mineralien, die einer
Anreicherung durch Klauben oder Setzen unterworf
den sollen, ermöglicht der Umstand, daß der Bre
folge seines elastischen Schlages beim Grobbrech
härteren Stoffe gröber läßt, ein leichteres Aussonde

Der Brecher läßt sich auch mit gleichem Erf
Grobbrechen verwenden. Bei entsprechender Be
der Aufschlagenergie der Hämmer sowie besonder
bildung des unteren Rostes — unter Umständen kan
auch ganz fortfallen — und durch anderweitige k
tive Anpassung ist es möglich, ungefähr Stücke v
Größe bei geringstem Grusanfall auf Faust- bis Ko
zu brechen. Natürlich hat hier auf den Anteil an
das Gefüge des Gesteines einen besonderen Einfluß

Die Leistungsgrenze der bisher gebauten größt
führung liegt bei rd. 250 t/h. Der Kraftbedarf s
naturgemäß. Um einen Anhalt zu geben, sei beme
zum Zerkleinern harten Kalksteines auf Walnußg
1 bis 1,5 PSh für 1 t Brechgut aufgewendet werden

Ebenso ist der Verschleiß der der Abnutzung
worfenen Teile, wie Hämmer und Roste, bezogen
durchgesetzte Stoffmenge, sehr gering. So haben z
Hämmer beim Brechen mittelharten Kalksteins eine
schnittliche Lebensdauer von 6 bis 12 Betriebsmona
Verschleiß der Roste ist in den meisten Fällen n
ringer. Selbstverständlich ist aber auch hier die
keit und Härte des zu zerkleinernden Stoffes von
Einfluß.

Hergestellt wird der Titan-Brecher[1]) von den
Luther-Werken, Braunschweig, der „Miag", Mühlenb
Industrie-A.-G., Abt. Amme, Giesecke & Konegen.
[M 650]

[1]) DRP Nr. 254 953.

Abb. 7
Arbeitsweise des Titan-Brechers

Kleine Mitteilungen

Neue Bauart für Kurbelwellen

i dem neuen 1200 PS-Flugmotor der Packard & Motor
. mit 4 × 6 in der Form eines X um ein gemeinsames
gehäuse angeordneten Zylindern von 136,5 mm Dmr.
7 mm Hub hat man für die Kurbelwelle eine eigen-
Bauweise angewendet, um die Baulänge des Motors
mindern. Die Kurbelzapfen sind nämlich unmittelbar
Lagerzapfen angeschlossen, die bei 196,8 mm Dmr. in
lten Weißmetallagern laufen. Auf diese Weise wird
eite gespart, die die sonst üblichen Kurbelarme be-
chen oder, umgekehrt, ermöglicht, bei gegebenem
bstand möglichst lange Kurbelzapfen zu erhalten, da
n jedem Zapfen vier Pleuelstangen angreifen. Die
sind mit Weißmetall gefütterte Büchsen aus Stahl,
das Gehäuse warm eingepreßt und dann durch
gegen Drehung gesichert werden. Der Motor wiegt
icht ganz 650 kg oder 0,54 kg/PS ohne Wasser und
läuft mit 2700 Uml./min. („Automotive Industries"
ber 1927 S. 546*) [N 964 a] H.

Hochdruckdampf-Triebwagen

e International Harvester Co., Chikago, arbeitet seit
Jahren an einer Hochdruck-Dampfanlage, die sowohl
bwagen als auch in Verschiebelokomotiven Verwen-
nden soll. Mit einem Triebwagen dieser Art sind in
rgangenen Monaten Versuche gemacht worden, die
n lassen, daß das Fahrzeug in absehbarer Zeit in
gestellt werden kann.

handelt sich um einen etwa 22 m langen Personen-
wagen. In dem etwas über 5 m langen Gepäckabteil
der Dampferzeuger und die Hilfsmaschinen. Der
rliche Betriebsdruck (42 at) kann in 15 bis 18 min
werden. Zum Antrieb dienen zwei unter dem Wagen-
liegende achtzylindrige Gleichstrom-Dampfmaschinen,
Kondensation arbeiten und die innere Achse jedes
stells antreiben. Die Flamme des Brenners wird
den Dampfdruck im Dampferzeuger geregelt. Sie
bei 42 at und wird bei etwa 39 at wieder entzündet.
der Anlage mitgeführte Wasser entspricht ungefähr
ühlwassermenge einer Verbrennungskraftmaschine
r Leistung.

Kraftstoffbehälter fassen einen Vorrat, der für 560
km ausreicht. Die Kondensatoren sind an beiden
nden auf dem Dach untergebracht. Die Wieder-
dung des Kondensats und der außerordentlich rasche
mlauf verhindern den Kesselsteinabsatz. Die Voll-
heit der Verbrennung geht daraus hervor, daß im
rzeuger der Versuchsanlage nach zweijähriger Be-
t kein Kohlenstoffniederschlag zu finden war.

Anlage leistet 300 PS, an den Rädern gemessen.
ssungsvermögen des Wagens beträgt 63 Fahrgäste.
hst soll diese Anlage versuchsweise in eine 1500 PS-
ebelokomotive eingebaut werden. („Railway Age"
ber 1927 S. 717*) [N 964 b] Krs.

r Bau der Brücke über den Hafen von Sydney

neue Brücke über den Hafen von Sydney[1]) wird mit
n Spannweite des Hauptbogens die weitest gespannte
ücke der Welt sein. Gegenwärtig wird dieser Bogen,
Scheitelhöhe 137 m beträgt, von beiden Seiten her
engebaut. Auf jeder Bogenhälfte ist eine Kran-
von rd. 600 t Gewicht fahrbar angebracht. Der Kran-
wagen ruht mit je zwei zweiachsigen Drehgestellen auf den
beiden rd. 30 m auseinanderstehenden Hauptlängsträgern.
Auf den Wagen ist mit Neigung nach vorn ein über die
ganze Wagenbreite verfahrbarer Wippkran aufgebaut, der
rd. 120 t Höchstlast bei 3,8 m/min Hubgeschwindigkeit und
14,2 m Ausladung heben kann. Mit seinem Hauptlasthaken
werden die großen Fachwerkteile vom Hafen heraufgezogen.
Ein weiterer Lasthaken von 20 t Tragfähigkeit dient dazu,
die einzelnen Teile in ihre richtige Lage einzupassen.

Unterhalb dieses Kranes ist in der Mitte der Vorder-
wand des Kranwagens nach rechts und links um insgesamt
180 ° ausschwenkbar ein Aushilfswippmast von 5 t Trag-
fähigkeit angebracht. Zwei weitere Wippmaste von je 2,5 t
Tragfähigkeit befinden sich an der Rückseite des Kran-
wagens; sie sollen die Arbeiter sowie zum Zusammenbau
erforderliche Stoffe, wie Nieten u. a., zur Arbeitsstelle be-
fördern. Die einzelnen Antriebmotoren und Windwerke sind
in dem Wagen untergebracht. („The Engineer" 28. Ok-
tober 1927 S. 476*) [N 964 c] Sd.

[1]) ergl. auch Z. Bd. 71 (1927) S. 837.

Blitzschutz bei großen Ölbehältern

Die großen Ölbrände in Kalifornien (1926) haben die
amerikanischen Ölgesellschaften veranlaßt, für ihre Öllager
ausgedehnte Blitzschutzvorrichtungen anzulegen. Die Shell
Company of California benutzt ein Verfahren, bei dem etwa
3,5 m über der Abdeckung des Ölbehälters ein Drahtnetz
zwischen rd. 4,25 m hohen Holzpfählen gespannt ist. Einen
weiteren Blitzschutz bilden um die Ölbehälter aufgestellte
45 m hohe Stahltürme. Die Größe der von diesen geschützten
Kreisfläche ist abhängig von dem Verhältnis Wolken-
höhe : Turmhöhe und läßt sich aus einem Schaubild ablesen.
Türme und Drahtnetz sind gut geerdet. Der Raum über dem
Ölspiegel im Behälter wird mit chemisch trägem Gas gefüllt.

Ein andres Schutzverfahren nach Cage wird bei der
Panamerican Petroleum Company angewendet. Hierbei
gleicht man die Ladung der Wolken gegen die Erde aus und
verhindert auf diese Weise überhaupt das Zustandekommen
von Blitzschlägen. Zu diesem Zweck werden rd. 24 bis 27 m
hohe Stahltürme in rd. 90 bis 120 m Abstand von einander
aufgestellt, deren Spitzen durch je drei parallele, in einer
wagerechten Ebene liegende Stacheldrähte mit je 1,20 m
Abstand verbunden sind. Die Türme müssen ganz besonders
gut geerdet werden. („Electrical World" 15. Oktober 1927
S. 775*) [N 964 d] Pa.

Elektrische Schmelzöfen für Nichteisenmetalle

Die elektrischen Schmelzöfen für Nichteisenmetalle[2])
sind in Amerika in den letzten 15 Jahren entwickelt worden.
Man kann drei gleichlange Abschnitte unterscheiden: Ver-
such, Einführung in den Handel, Normung. Rd. 100 ver-
schiedene Bauarten hat man vorgeschlagen, mit rd. 50
führte man Versuche aus, jedoch nur rd. 10 verwendet man
im Betrieb; diese zerfallen in zwei Gruppen: die Induktions-
öfen und die Lichtbogenöfen, zu denen neuerdings der Hoch-
frequenzofen gekommen ist. Von den im Jahre 1926 er-
schmolzenen 1 300 000 t Messing wurden 675 000 t in Elektro-
öfen erzeugt; 450 000 t wurden hiervon in Walzwerken und
225 000 t in Gießereien verarbeitet. Am 1. Februar 1927
waren in den Vereinigten Staaten von Amerika und in
Kanada in 175 Betrieben 624 Elektroöfen in Betrieb, die
jährlich 841 000 t Metall bei einem Energieverbrauch von
228 000 000 kWh erschmelzen können. („The Foundry"
15. Oktober 1927 S. 805) [N 964 e] Gw.

[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 349.

BÜCHERSCHAU

's Klassiker der exakten Wissenschaften, 218. Bd.:
**dlungen über die hydrodynamische Theorie der
ermittelreibung.** Von N. Petrow, O. Reynolds,
nmerfeld u. A. G. M. Michell. Leipzig 1927. Aka-
he Verlagsgesellschaft. 227 S. m. 45 Abb. Preis 9,60 ℳ.

es Sammelbändchen stellt eine wertvolle Bereiche-
r deutschen technischen Literatur dar, die mit Ab-
gen über die Theorie der Schmiermittelreibung nicht
ichlich bedacht ist. — Wenn das Buch auch nichts
nthält, so bedeutet es doch eine große Förderung
weiges der wissenschaftlichen Technik, daß man die
enden Arbeiten, deren Urdrucke heute nicht leicht
affen sind, hier bequem zur Hand hat.

Der wichtigste Teil ist wohl die Arbeit von Reynolds,
deren Einleitung sich mit gründlicher Auseinandersetzung
des physikalischen Sachverhaltes befaßt und noch heute un-
veränderte Gültigkeit hat. Sie verdient die Beachtung aller
derer, die sich mit den Fragen der Schmiertechnik befassen.
Von den Ergebnissen der mathematischen Untersuchung sind
bis heute noch unverändert geblieben:

$$\frac{d p}{d x} = -6 \mu U \frac{h - h_1}{h^3} , \quad \ldots \ldots \ldots \quad (31)$$

$$f_x = \mu (U_1 - U) \frac{1}{h} \mp \frac{1}{2} \frac{\delta p}{\delta x} h \quad \ldots \ldots \quad (19).$$

Die rechnerische Verfolgung des zylindrischen Lagers ist unzweckmäßig angelegt und heute überholt durch Arbeiten von Sommerfeld (siehe S. 108 u. f. des vorliegenden Bandes), Martin (Engineering) und Gümbel, der das Integrationsgeschäft bis zur zahlenmäßigen Auswertung durchführte. Sommerfeld hat zur Umgehung der wenig glücklichen Reihenentwicklungen Reynolds' die Integration von Gl. 31 zum Teil in geschlossener Form bewältigt. Die Abhandlung von Michell „die Schmierung ebener Flächen" ist die erste Arbeit, die sich mit dem Dreidimensionalen-Problem der Schmierschicht befaßte. Die Ergebnisse der Michellschen Arbeit waren insofern von Bedeutung, als sie die Berechnung des heute viel angewendeten Spurlagers ermöglichten.

Es ist bestimmt zu erwarten, daß durch die Verbreitung der Druckschrift die Theorie der Schmiermittelreibung, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, in weiteren Kreisen Beachtung findet.

[E 862] Duffing

Die Wissenschaft, 77. Bd.: **Die Valenz und der Bau der Atome und Moleküle.** Von Gilbert Newton Lewis. Übersetzt von Gustav Wagner und Hans Wolff. Braunschweig 1927, Friedr. Vieweg & Sohn. 200 S. m. 27 Abb. Preis 14 ℳ.

Während man beim Ausbau der Differential- und Integralrechnung, vor allem in der Lehre von den Differentialgleichungen, annahm, daß das Naturgeschehen stetig vor sich geht, und sich daher der Hoffnung hingab, eine Differentialgleichung für das Naturgeschehen angeben zu können, ist man heute, vor allem durch die Ergebnisse der Chemie und der Quantentheorie, zu der Überzeugung gekommen, daß das Naturgeschehen unstetig verläuft. Diese Anschauung kommt in der neuzeitlichen Atomtheorie zum Ausdruck, die nach Lewis nur ein Schritt auf dem Wege zu der Auffassung von der Unstetigkeit alles Naturgeschehens bedeutet.

Nach dieser Theorie sind die chemischen Atome aus elektrischen Elementarteilchen zusammengesetzt. Damit entsteht die Frage, wie die chemischen Bindungen mit der neuen Ansicht in Einklang zu bringen sind. Diese Frage wird im vorliegenden Werke behandelt, das in erster Hinsicht den Chemiker mit der Atom- und Quantentheorie sowie vor allem mit den Theorien vertraut machen soll, die zur Klärung des Zusammenwirkens verschiedener Atome und Moleküle aufgestellt worden sind. Der Begriff „Valenz" wird dabei im weitesten Sinne für die Bindung im allgemeinen benutzt. Bei der geistreichen Schreibweise des Verfassers, die in der Übersetzung gut wiedergegeben ist, wird das Werk auch denjenigen Ingenieuren willkommen sein, die sich erst mit den neuen Anschauungen vertraut machen wollen. [E 633] W. S.

Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Von Adolf Thau. Zugleich 2. Auflage von „Braunkohlenschwelöfen". Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 722 S. m. 411 Abb. Preis 52 ℳ.

Thau hat es unternommen, einen zusammenfassenden Überblick über die verschiedenen Verfahren der Schwelung von Braun- und Steinkohlen zu geben. Bei der Riesenzahl der vorgeschlagenen Verfahren mußte er hierbei aber eine Beschränkung auf solche Verfahren durchführen, die nicht nur in Patentschriften festgelegt sind, sondern zumindest im Großversuchsbetriebe die Möglichkeit einer praktischen Durchführung haben erkennen lassen.

Bei der Darstellung der Braunkohlenschwelung in Retorten nimmt der Rolle-Ofen entsprechend seiner heutigen Ausbreitung im mitteldeutschen Industriebezirk den Hauptraum der Ausführungen ein; doch ist der Verfasser auch auf die Retortenöfen neuerer Bauart, wie z. B. den Ofen der Kohlen-Veredelungs-Gesellschaft, den von Sauerbrey usw., eingegangen. Im Anschluß an die Schwelung minderwertiger Brennstoffe wird die Spülgasschwelung von Braun- und Steinkohle behandelt, ferner auf die Steinkohlenschwelung in ortfesten unterbrochen und stetig betriebenen Retorten mit Außenbeheizung, die Drehschwelöfen, die stetig betriebenen Schwelöfen mit ruhender Beschickung, Schwelöfen mit Metallbädern, die Schwelung von Kohlenstaub und als Vorstufe zur Verkokung ausführlich eingegangen. Besondere Kapitel sind den bei der Braun- und Steinkohlenschwelung anfallenden Erzeugnissen, der Gewinnung von Teer und von Leichtöl aus den Schwelgasen sowie der Wirtschaftlichkeit der Schwelung gewidmet.

Das Werk gibt in seiner klaren Sprache, unterstützt durch zahlreiche gute Abbildungen sowie schematische Darstellungen, einen hervorragenden Überblick über den augenblicklichen Stand der gesamten deutschen und ausländischen Schwelindustrie. [E 872] Pr.

Properties and testing of magnetic Materials. Von Spooner. London 1927, Mc. Graw-Hill Publish 385 S. m. 223 Abb.

Der Verfasser behandelt im ersten Teil in zw piteln die magnetischen Eigenschaften verschiede gierungen; er bringt möglichst wenig Formeln, viele Schaubilder. Im zweiten Teil, der zehn Kapi faßt, werden die verschiedenen magnetischen Prüfv an der Hand von Abbildungen und Schaltbildern d geräte beschrieben. Der dritte Teil bringt zwei Kapi Verluste in Transformatoren und in umlaufend schinen; dann folgt ein Kapitel über „Magnetisch lysis", in dem die Zusammenhänge zwischen mecha und magnetischen Eigenschaften, z. B. Härte und K kraft, und der Einfluß von Zug, Druck und Wärme lung auf die magnetischen Eigenschaften kurz werden. Jedes Kapitel schließt mit Hinweisen a öffentlichungen über das Sondergebiet. Das Buch dü Fachleuten einen guten Überblick, namentlich ü amerikanischen Arbeiten, bieten. [E 854]

Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-W schen Städtebahn. Von G. Kemmann. Esse Rheinisch-Westfälische Schnellbahn. 137 S. m. Preis 25 ℳ.

Kemmann erörtert die rechtliche, technische u schaftliche Seite des Entwurfs, insbesondere die g Neuerungen und Abweichungen von den bisher Bau- und Betriebsformen, ferner Anlagekosten, Fahrpreise, Verkehrseinnahmen, Betriebsleistunge triebsausgaben und die Wirtschaftsrechnung der nehmung. Ferner betrachtet er den Einfluß der bahnen auf die Wirtschaft der bestehenden Verkeh und deren Ausbaumöglichkeiten für den Städteverke lich die künftige Entwicklung des Städtebahngebie Schlußwort spricht er sich in durchaus günstigen für das Unternehmen aus.

Ein Sonderabschnitt behandelt die Fahrgeschwi und den Stromverbrauch auf Städtebahnen im Vergl Stadtschnellbahnen.

Die Bedeutung dieser Denkschrift geht weit ü kritische Beurteilung der geplanten Rheinisch-Westf Städtebahn hinaus. Die Arbeit stellt einen Höhepun nischen Könnens der Gegenwart dar. Für die Fachg ist von besonderem Wert das Verfahren, mit dem K den voraussichtlichen Gesamtverkehr der geplanten bahn ermittelt, ferner seine Abhandlung über d schaulinien und der Nachweis der Bestätigung ihre retischen Ergebnisse durch den regelmäßigen Bahn

Die Gedankengänge über die Verkehrsentwicklu neu, aber einfach und klar; die anschauliche Dar der Unterlagen und der Ergebnisse ist vorbildlich.

Als s. Zt. die Berliner Hochbahn geplant wur Kemmann Untersuchungen durchgeführt über den sichtlichen Verkehr dieses Unternehmens. Seine da Schätzungen sind durch die späteren Betriebsergebni einer Genauigkeit bestätigt worden, die in der F Aufsehen erregte.

Seitdem ist die Stellungnahme Kemmanns zu d auftauchenden großen Fragen namentlich des gro schen Verkehrswesens immer von Bedeutung gewesen in diesem Falle dürfte die vorliegende Denkschrift Verwirklichung der Rheinisch-Westfälischen Städteba ausschlaggebender Bedeutung sein.

[E 870] Richard Pete

Der moderne Kapitalismus. Von Werner Sombart. Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapita 2. Halbbd. München und Leipzig 1927, Duncker & blot. S. 517 bis 1064. Preis 17 ℳ.

Dieser Schlußband des geistvollen großen dessen erster Teil an dieser Stelle bereits kurz ge worden ist (S. 970), bedeutet eine Krönung des werkes von Werner Sombart, eine Zusammen aller seiner bisherigen Einzelarbeiten.

Nachdem im ersten Teile die Grundlagen und d bau des Hochkapitalismus behandelt worden waren, vorliegenden Teile der Wirtschaftshergang geschildert, und zwar in drei Abschnitten: 1. Die E des wirtschaftlichen Prozesses, 2. die Bewegungsfor wirtschaftlichen Prozesses und 3. die Gestaltung de schaftlichen Prozesses in der Geschichte. In einem abschnitt gibt Sombart dann noch einen Überblic alle Wirtschaftsformen, die am Wirtschaftsleben im Z des Hochkapitalismus Anteil genommen haben.

Der Rationalisierung der Betriebe Sombart (im 3. Abschnitt) einen der größten Te Bandes. Ist doch auch die zunehmende Vergeistigung

ftslebens, seine Durchdringung mit Wissenschaft
c management) eine der hervorstechendsten Eigen-
des hochkapitalistischen Systems. Dieser Teil
ich dem Ingenieur wertvolle Hinweise, um so mehr,
Sombart bei der Betrachtung der in diesem Zu-
ang wichtigen technischen Fragen auf solch ein-
Quellen wie Max Eyth, Werner v. Siemens,
r und C. Köttgen berufen kann.

„Zentralphänomene der hochkapitalistischen Wirtschaft" bezeichnet Sombart: „das
ide Überwiegen der sachlichen über die persön-
oduktionsfaktoren im wirtschaftlichen Prozeß; die
er mehr ausdehnende Herrschaft der vorgetanenen
lebendige Arbeit, der Vergangenheit über die Ge-
sei es in Gestalt von Instrumenten, sei es in Ge-
Organisationen oder Vorschriften, die Vergeistung
achlichung also einerseits; die fortschreitende Be-
ung des wirtschaftlichen Prozesses, d. h. die Her-
g und Verausgabung von immer mehr seelischer
erlicher Energie innerhalb eines gegebenen Zeit-
nderseits". In ihrer Vereinigung bilden sie die
ität der hochkapitalistischen Wirtschaft".

voll ist es, dem Verfasser bei seinen Gedanken-
die Zukunft zu folgen. Sombart glaubt nicht,
r Wirtschaftsform die Zukunft gehören wird. Die
Formen werden sich innerlich umbilden, aber sie
it mehr oder weniger großen Anteilen neben-
bestehen bleiben.

apitalistische Form wird sicher noch auf
wichtige Wirtschaftzweige beherrschen, wenn sie
sicherlich immer mehr Einschränkungen und
seitens der öffentlichen Gewalten gefallen lassen
Gedanken der Planwirtschaft (der Grundsatz der
ckung gegenüber der reinen Erwerbwirtschaft)
mer breiteren Raum einnehmen.

Handwerk wird sich wahrscheinlich in seinem
Umfang erhalten, das Bauerntum jedoch an
und Bedeutung noch weiter wachsen; denn nur
Wachstum der „inneren Kolonisation" werden sich
ölkerten Gebiete unsres Erdteils am Leben er-
nen. Natürlich wird sich auch der Bauer weiter
ieren" müssen, wenn er auch glücklicherweise
e innere Wesenheit davor geschützt ist, vom Ka-
oder vom Sozialismus völlig erobert zu werden.

Dr. Fr.

ation scientifique du travail en Europe. Von
evinat. Genf 1927, Bureau International du
263 S. Preis 5 schw. Fr.

sem Bande behandelt das Internationale Arbeits-
Genf die wissenschaftliche Organisation der
in Institut für diesen Zweck ist am 31. Januar
das Zusammenwirken des amerikanischen In-
E. Filene, Boston, Albert Thomas und des In-
. Mauro gegründet worden. — Devinat, Direktor
ts, ist ebenso wie die führenden amerikanischen
en überzeugt, daß die wirtschaftliche Unordnung,
Welt durch den Krieg geraten ist, nur durch eine
wirtschaftlichen und psychologischen Verhält-
chnung tragende vollständige Erneuerung der
ichen Organisation beseitigt werden kann.

v. B.

bschluß. Von Willi Elsbach. Leipzig 1927,
ecke. 95 S. m. 53 Abb. Preis 4,80 ℳ.

chtige Gebiet des Auffangens der Züge am Gleis-
behandelt. In anschaulicher Weise werden die
en Arten von Prellblöcken einander gegenüber-
durch wird eine gute Übersicht über den heu-
des Gleisabschlusses gegeben.

Turbo-blowers and compressors. Von J. Kearton. London 1926, Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd. 333 S., 153 Abb. Preis 21 sh.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute. **Anhaltszahlen für den Energieverbrauch in Eisenhüttenwerken.** Herausgeg. von der Wärmestelle Düsseldorf. Düsseldorf 1925, Verlag Stahleisen. 92 S. Preis 10 ℳ.

Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik. 1. Bd.: **Zur Theorie des Fernsprechverkehrs.** Von K. Frei. Berlin 1927, Weidmannsche Buchhandlung. 138 S. Preis 6 ℳ.

Costruzioni elettromeccaniche. Von E. Morelli. Calcolo disegno e fabbricazione delle machine elettriche, accessori ed applicazioni. 3. Bd. Teil 3a: Machine agricole e minerarie — Industrie varie. Torino 1927, Unione Tipografico-Editrice Torinese. S. 1409 bis 1614, 18 Taf. u. 597 Abb. Preis 30 L.

La Produzione di energia elettrica in Italia nel 1926. Herausgeg. vom Ministero dei Lavori Pubblici. Roma 1927, Provveditorato Generale dello Stato. 70 S. Preis 10 L.

Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. 2. Bd. Herausgeg. von Fr. Syrup. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 592 S. Preis 20 ℳ.

Lebenslinien. Eine Selbstbiographie von Wilhelm Ostwald. 3. Teil: Groß-Bothen und die Welt. Berlin 1927, Klasing & Co. 481 S. Preis 13 ℳ.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst im Altertum und Mittelalter. Von Paul Brandt. Leipzig 1927, Alfred Kröner. 324 S. m. 460 Abb. und 2 Farbentafeln. Preis 18 ℳ.

Das deutsche Handwerk in Wort und Bild. Von B. Haldy. Reutlingen 1924, Enßlin & Laiblin. 62 S. Preis 1,50 ℳ.

Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. RKW-Veröffentlichungen Nr. 5: **Zweckmäßige Verpackung aus Holz.** Zusammengestellt vom Ausschuß für Verpackungswesen beim AWF. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 44 S. Preis 1,50 ℳ.

Köhlers Berufsbücher. **Flugzeugführer Werden und Sein.** Von H. Arntzen. Minden i. Westf. 1927, Wilhelm Köhler. 98 S. m. 3 Bildtafeln. Preis 2 ℳ.

Spanische Ausgabe des VDMA-Adreßbuches. Berlin 1927, VDI-Verlag. 776 S. u. 1 Taf. Preis 25 ℳ, für VDI-Mitglieder 22,50 ℳ, für VDMA-Mitglieder 18 ℳ.

Der deutschen, englischen und französischen ist jetzt die spanische Ausgabe gefolgt, die ebenfalls als ein hervorragendes Nachschlagewerk anzusprechen ist, und die dem im spanischen Sprachgebiet ansässigen Käufer deutscher Maschinen das gesamte Anschriften-Material und alle wissenswerten Auskünfte über Deutschlands Maschinenbauanstalten vermittelt.

Rathkes Jahr- und Adreßbuch der Zuckerindustrie Deutschlands und des Auslandes 1927/28. Berlin 1927, Safari-Verlag. 43. Jahrg. 544 S. Preis 12 ℳ.

20th Century Advertising. Von George French. New York 1926, D. van Nostrand Co. 581 S. Preis 6 $.

Deutsches Biographisches Jahrbuch. Herausgeg. vom Verbande der Deutschen Akademien. 3. Bd.: Das Jahr 1921. Berlin und Leipzig 1927, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart. 323 S. Preis 15 ℳ.

Maukischs deutschkundliche Lesehefte für kaufmännische Berufs- und Fachschulen. 3. Heft: **Mensch und Maschine.** Zusammengestellt von Walther Lentz. Freiburg i. Sa. 1927, Ernst Mauckisch. 48 S. Preis 0,90 ℳ.

Fünf ausgewählte Rundfunkempfänger. Von Manfred von Ardenne. Berlin 1927, Rothgiesser & Diesing. 36 S. m. Abb. Preis 1 ℳ.

Wegweiser durch das allgemeinverständliche Schrifttum der Gegenwart. Von W. Winker. Bielefeld 1927, W. Bertelsmann. 471 S. Preis 12 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

[...]e Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe

[...]lebhaft zu begrüßen, daß auch in der Textilindu-
[...]nfang gemacht werden soll, die Eigenschaften
[...]stoffe festzulegen und Prüfverfahren dafür anzu-
[...] dieser Industrie liegen die Verhältnisse noch
[...]rgen. Wenn in dem Aufsatz, Z. Bd. 71 (1927)
[...]agt wird, daß die Prüfung des Garnes viel all-
[...]n Gebrauch ist, so trifft das auf die Baumwoll-
[...]cht zu. Denn würden die Baumwollgarne regel-
[...]sorgfältig geprüft werden, so würde man nicht
[...]er viel Baumwollwaren antreffen, die außerordentlich viele Unregelmäßigkeiten im Gespinst aufweisen. Es muß jedenfalls auf dem Gebiete der Werkstoffprüfung in der Textilindustrie noch sehr viel Arbeit geleistet werden, um befriedigende Verhältnisse zu schaffen.

In einem Satze S. 1053 (Abschnitt Garn, 2. Absatz 1. Zeile) steht zu lesen: Faserelemente, und im folgenden: Fasern. Dadurch wird die Klarheit der Ausführungen stark beeinträchtigt.

Es sind aber auch Fehler vorhanden, die unbedingt hätten vermieden werden müssen. So wird geschrieben (S. 1053, Abschnitt Garn, 1. Absatz 5. Zeile): „Je mehr Faserelemente auf den Querschnitt kommen, desto dicker wird der Durch-

messer des Garnes und desto größer ist die Feinheit.“ In Wirklichkeit ist aber das Gegenteil der Fall, denn je dicker ein Garn ist, um so geringer ist die Feinheit.

Weiterhin wird S. 1053 (Abschnitt Garn, 1. Absatz 7. Zeile) geschrieben: „Die Feinheit wird durch das Verhältnis der Länge zum Gewicht ausgedrückt. Die Feinheitsnummer beeinflußt also die Tragfähigkeit des Gewebes sowie das Aussehen.“ Der Zusammenhang zwischen der Tragfähigkeit des Gewebes und der Feinheit des Garnes ist nicht recht zu erkennen. Vielleicht sollte hier auf die Beziehungen zwischen den Eigenschaften des Garnes und der Festigkeit, die überhaupt nicht erwähnt wird, hingewiesen werden. Vor allen Dingen müßte eine möglichst hohe Gleichmäßigkeit der Fäden gefordert werden.

Bei Baumwollgespinsten deutscher Herkunft wird in diesem Punkte noch recht viel gesündigt. Daß dabei die Untersuchung der Garnnummer und der Drehung des Garnes auch mit vorgenommen werden muß, ist selbstverständlich. Aber auch die Zug- und Scheuerfestigkeit dürfte bei der Prüfung nicht vernachlässigt werden, weil sie für die Verwendung der aus den Garnen hergestellten Waren von größter Bedeutung sind.

Wenn nun weiter unter dem Abschnitt Baumwolle hervorgehoben wird, daß die Beanspruchung der beiden Fadensysteme eines Gewebes ganz verschieden wäre, so muß hiergegen entschieden Einspruch erhoben werden. Die Beanspruchung der Garne bei der Herstellung eines Gewebes spielt doch in Wirklichkeit nur eine nebensächliche Rolle, wenn auch zugestanden werden muß, daß die Rücksichten darauf bisher alle anderen, viel wichtigeren Rücksichten unterdrückt haben. Will man aber hochwertige Ware herstellen, so muß in erster Linie untersucht werden, welche Anforderungen an das Gewebe beim Gebrauch gestellt werden.

Wenn man heutzutage vor allen Dingen auf das Aussehen der Textilwaren Wert legt und die Mängel durch die Appretur zu verschleiern sucht (z. B. durch Füllappreturen), so müssen in Zukunft viel wichtigere Eigenschaften in den Vordergrund gestellt werden. Es wäre höchste Zeit, endlich die Bedingungen festzulegen, welche die Textilwaren zu erfüllen haben, und die Prüfverfahren zu ihrer Feststellung auszuarbeiten. Betrachtet man z. B. ein Hemdentuch, ein Ärmel- oder ein Taschenfutter, so zeigt es sich, daß von einer Verschiedenheit der Beanspruchung der Fäden in der Kett- oder Schußrichtung beim Gebrauch gar nicht gesprochen werden kann. Im Gegenteil, die Beanspruchung ist in den allermeisten Fällen vollkommen gleich. Aus diesem Grunde müßten eigentlich Kett- und Schußgarne von ganz gleichen Eigenschaften sein, weil nur dann die beste Haltbarkeit der Stoffe verbürgt ist.

Natürlich müßte man dann mit den überlieferten Gewohnheiten brechen und dürfte als Schuß nicht mehr ein feineres und loser gedrehtes Garn von geringerer Haltbarkeit verwenden. Die Gewebe würden aber an Güte viel gewinnen, besonders wenn man dann auch auf hochwertiges Garn achtet. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, liegt hier eine Aufgabe von größter Bedeutung vor. Deshalb sollten alle zuständigen Stellen die A gen, die in diesem Aufsatze zum ersten Male gegebe den sind, rasch und entschlossen aufgreifen und ta fördern. Das wäre das einzige zweckmäßige Mit Güte der deutschen Textilwaren wesentlich zu heb sie auch auf den Auslandmärkten wettbewerbfä machen. [D

Charlottenburg Dipl.-Ing. Alfred S c h m

E n t g e g n u n g

Zu der Zuschrift von Dipl.-Ing. A. S c h m i d t lottenburg, bemerken wir:

Der Satz, S. 1053 1. Absatz Zeile 15: „Die Prüf Garnes läßt sich wesentlich leichter durchführen deshalb viel allgemeiner im Gebrauch, als die wisse liche Prüfung des Rohstoffes“, — ist richtig und ein zutreffen wird sich nicht beweisen lassen. Wohl ma Ing. Schmidt recht haben, wenn er feststellt, daß a Prüfung der Garne noch recht wenig Beachtung ge wird, aber unsere Behauptung, daß die Garnprüfu allgemeiner im Gebrauch sei, als die Prüfung des Ro wird davon nicht berührt.

Der von Dipl.-Ing. Schmidt gerügte Fehler: „J Faserelemente auf den Querschnitt kommen, desto wird der Durchmesser des Garnes, und desto größer Feinheit“, ist leider vorhanden. Daß hier ein Druc vorliegt, ist für jeden, der den Sinn dieses Satzes hat, klar. Von uns wurde geschrieben, „desto grö die Feinheit“. Bei dieser Gelegenheit möchten wi auf zwei weitere Druckfehler aufmerksam machen. rechte Spalte zweiter Abschnitt Zeile 10 muß es sta schine“ „Masche“ heißen und S. 1054 linke Spalte, 3 nach Zahlentafel 1, statt „schützen“ „schätzen“.

Die Festigkeit ist bei der Betrachtung der all für jedes Garn gültigen Forderungen nicht berüh zwar mit voller Absicht; denn je nach Rohstoff u brauchzweck sind verschieden hohe Forderungen zu wie dies ja in der Abhandlung jeweils an der gee Stelle erwähnt ist. Das gleiche gilt für die Gleich keit. Zudem lassen sich gute Festigkeit und m hohe Gleichmäßigkeit lediglich mit Rohstoffen erzie der Spinner nur für solche Zwecke verwenden ka unbedingt diese Forderungen erfüllen müssen. Fe und Gleichmäßigkeit sind also Funktionen des Preis

Bei den weiteren Ausführungen hat Schmidt w Titel der Arbeit vergessen und seine Äußerungen na von ihm angeführten Leitsatz: „Welche Anforderun das Gewebe beim Gebrauch gestellt werden“ weiter Dadurch müssen sich, sofern unsere Arbeit dem The spricht, verschiedene Ansichten ergeben.

Die Forderung von Schmidt, für Kette und Schuß hart gedrehtes Garn zu verwenden, wird wohl we Erzeugerkreisen noch in Verbraucherkreisen groß klang finden. [D 733]

Dresden G. K r a u t e r und H. V o l l p r

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: C. M a t s c h o ß , in Vertr. K. M e y e r , Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
71 SONNABEND, 19. NOVEMBER 1927 Nr. 47

Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

Von Dipl.-Ing. E. Luchsinger, Berlin

(Hierzu Tafel 3 bis 6 sowie Textblatt 21 und 22)

onstruktion des Schiffskörpers — Einteilung — Gesellschaftsräume — Wirtschaftseinrichtungen — Führung und Betrieb des Schiffes — Hauptmaschinen — Hilfsmaschinen — Elektrische und Kühlanlage

D neue Fahrgastdampfer „Cap Arcona“ der Ham-
urg - Südamerikanischen Dampfschiffahrts - Gesell-
chaft, Hamburg, erbaut bei Blohm & Voß in
g, stellt eine Weiterentwicklung des Vorkriegs-
s „Cap Polonio“ dar. Was die Zwischenzeit an
nen Fortschritten und Erfahrungen gebracht hat,
ie Unterschiede beider Schiffe. Um trotz größerer
n genügende Stabilität in allen Betriebzuständen
nnahme von Ballastwasser zu erreichen, hat man
cona“ 3,75 m breiter als „Cap Polonio“ gebaut, so
stabile Anbauten nicht erforderlich sind. Die Ge-
gkeit ist von 18,5 auf 20 Kn erhöht worden, und
der Kolbenmaschinen mit Abdampfturbinen auf
lonio“ sind zwei neuzeitliche Getriebeturbinensätze

Für die freimütige Hergabe der erwünschten
en, sowie für die wertvolle Unterstützung bei der
ng sei an dieser Stelle insbesondere der Bauwerft
ch der Reederei gedankt.

Schiffbautechnischer Teil

Bau des Schiffes für die höchste Klasse des
schen Lloyds „mit Freibord“ sind die neuesten
Frage kommenden Vorschriften und Gesetze berücksichtigt worden. Ein um zwei Stevenbreiten ausfallender gerader Vorsteven, Kreuzerheck, lange Aufbauten, zwei hohe Pfahlmasten und drei Schornsteine bilden die äußeren Merkmale des Schiffskörpers. Neben örtlichen Raumdecks im Vor- und Hinterschiff sind fünf durchlaufende Stahldecks, zwei Aufbaudecks und die Kommandobrücke vorgesehen. Der Aufbau des Schiffes geht aus den Abb. 1 bis 9, Tafel 3 und 4, hervor.

In dieses Schiff sind zwei Arten von Frahmschen Schlingerdämpfeinrichtungen eingebaut worden. Zu beiden Seiten des hinteren Kesselraumes befinden sich schmale Tanks in der Höhe der Schwimmlinie, die durch Außenbordöffnungen mit dem Seewasser in Verbindung stehen und durch Luftkanäle innerhalb des Schiffes verbunden sind. Ferner haben die Seitenhochbunker zwischen den beiden Kesselräumen einen Überströmkanal über dem Doppelboden, sowie Verbindungsluftkanäle erhalten und sind so zu einer Dämpfanlage ausgebaut worden. Die letztere Anlage besteht aus zwei ungleich großen Abteilungen, die je nach den Stabilitätsverhältnissen des Schiffes zusammen oder einzeln in Betrieb genommen werden können. Um auch diese Räume als Stauräume auszunutzen, hat man als Dämpfungsflüssigkeit statt Wasser Heizöl gewählt.

Die Berechnungsergebnisse der Schiffsform gibt Abb. 10 wieder.

Eisenkonstruktion. Die Baustoffdicken sind aus dem Hauptspant, Abb. 11, ersichtlich. In den Aufbauten sind keine Dehnungsfugen vorhanden. Sämtliche Decks mit Ausnahme des Bootsdecks sind ganz beplattet und zu tragenden Verbänden ausgestaltet. Die obersten Außenhautgänge sind hydraulisch genietet.

Weiträumige Abstützung mit Unterzügen ist vorherrschend. Im Bereich der Kammern sind die Stahlwände der Badezimmer in die Stützenreihe verlegt worden. Um die größtmögliche Deckenhöhe zu erhalten, hat man dort Deckbalken aus U-Profilen angeordnet. In den Staatswohnungen sind auch die Unterzüge besonders niedrig.

Bemerkenswert ist die Konstruktion des stützenlosen 35 m langen und 18 m breiten Speisesaals 1. Klasse, wo vier Gitterträger mit Rahmenspanten, Abb. 12, Tafel 5, und zwischenliegenden Deckbalken sowie zwei hohe Unterzüge vorgesehen sind. Die Halle und der Festsaal haben Träger von geringerer Höhe, da hier jeder Träger noch durch zwei Stützen getragen wird.

Das Ruder, ein Verdrängungsruder von 21 m² Fläche, ist in seiner Form als Fortsetzung des Hinterschiffes ausgebildet. Die Konstruktion von Ruder und Hintersteven zeigen Abb. 13 bis 19, Tafel 5. Die Fingerlinge aus Nickelstahl sind in Stahlbüchsen gelagert. Die Wellenböcke haben eine lange, jedoch symmetrische Zuschärfung.

Einteilung. Den für die Fahrgäste verfügbaren Raum haben Reederei und Erbauer nach folgenden Grundsätzen ausgenutzt:

Das gesamte Mittelschiff vom E-Deck bis zum Bootsdeck ist für die Fahrgäste 1. Klasse eingerichtet. Die 2. Klasse ist auf dem E- und dem D-Deck untergebracht. Das Vorschiff vom F-Deck bis zum C-Deck enthält die 3. Klasse. Der übrige Teil des F-Decks dient der Besatzung als Unterkunft.

Über die Fallreeps betreten die Fahrgäste durch acht Eingangspforten auf dem E-Deck das Schiff. Diese sind in der 1. Klasse 1,2 m, in der 2. und 3. Klasse 2 m breit. Dem Verkehr von Deck zu Deck für die 1. Klasse dienen zwei Treppenaufgänge und zwei Fahrstühle für sechs Personen vom E-Deck bis zum Sportdeck. Die 2. Klasse verfügt über eine Haupttreppe und einen Aufzug für sechs Personen vom E-Deck bis zum C-Deck; der Aufgang der 3. Klasse im Hinterschiff führt vom F-Deck bis zum C-Deck.

Außerdem sind die Wirtschaftsräume der 1. und der 2. Klasse durch zwei Proviantaufzüge für je 1000 kg mit den Provianträumen verbunden. Ein kleinerer Aufzug für Bierfässer verbindet die Wirtschaftsräume auf dem C-Deck mit der Schenke 1. Klasse. Vom D-Deck zum Schwi[mmbad] führen eine Treppe und ein Fahrstuhl für sechs Pe[rsonen]. Schließlich liegen noch ein Gepäckaufzug und ein Pr[oviant]aufzug zur Küche der 3. Klasse je für 1000 kg i[m Vorder]schiff, sowie ein Wäscheaufzug für 250 kg im Hinte[rschiff]. Sämtliche Aufzüge werden elektrisch angetrieben und teils Hebelsteuerung in der Kabine, teils Druck[knopf]steuerung.

Die Gesellschaftsräume der verschiedenen Klass[en sind] durchweg von einfacher Vornehmheit und besonde[rs in] das Tropenschiff erwünschter Geräumigkeit. Bes[ondere] Prägung durch ihre künstlerische Ausgestaltung ha[ben in] erster Linie die Räume der 1. Klasse erhalten. Der [...] entsprechend ist den einzelnen Räumen durch Verwe[ndung] verschiedener Edelhölzer teils mit Stoff- oder Leder[bespan]nung ein eigener Charakter gegeben, wobei übera[ll] ruhige Flächenwirkung vorherrscht. Die Ausführu[ng lag] in Händen der Firma C. Friese, Hamburg, nach de[n Ent]würfen des Architekten H. E. Mieritz, Berlin.

Das B-Deck wird vollständig durch Gesellschafts[räume] der 1. Klasse eingenommen Durch große Glastüre[n mit]einander verbunden, liegen hier das Rauchzimmer, de[r Fest]saal, die Halle und der Speisesaal, der auf Wuns[ch der] Reederei auf dem Promenadendeck angeordnet wurde [...] ermöglichte den Einbau hoher Glastüren in den Seite[nwän]den, so daß der Aufenthalt in diesem hohen, hellen u[nd gut] durchlüfteten Raum auch in den Tropen angenehm wird. Der Speisesaal ist 5,2 m hoch, während die Hö[he der] übrigen Räume 4,2 m beträgt. Um die Deckhäuser i[n einer] Rundganglänge von 330 m liegt das 4 bis 5 m breite W[andel]deck, das vorn bis zum Ende des Festsaals und am h[interen] Ende durch ein festes Schanzkleid mit großen S[chiebe]fenstern geschützt ist. Außerdem stehen den Fahr[gästen] 1. Klasse noch eine offene Promenade zu beiden Seit[en des] Bootsdecks sowie das Sportdeck zur Verfügung.

Das Rauchzimmer, Abb. 20, Textblatt 21, [ist in] Nußbaumholz mit Maserfüllungen ausgeführt. Sess[el und] Sofas haben Leder- und Gobelinbezüge. Für die Be[leuch]tung sind vier Bronzekandelaber mit Alabasterschale[n auf]gestellt. Die Decke hat Sternbildornamente. Die [Wand-] und Deckentäfelung des Festsaales, Abb. 21, [Text]blatt 21, ist seiner Bestimmung gemäß in hellen [Farb]tönen mit reicher Vergoldung gehalten, dabei si[nd die] Wandflächen durch geschnitzte Säulen mit verg[oldeten] Kapitälen unterteilt. Das Mittelfeld der Decke bild[et ein] Gemälde. Der Raum wird durch zehn Kandelaber i[n ab]runden Nischen sowie auch mittelbar beleuchtet. Im [Gegen]satz zu den hellen Wänden sind die Möbel aus d[unklem] Mahagoniholz mit seidenen Bezügen in roten und gelben Tönen angefertigt.

Von der Ordinate 10 sind abgesetzt: Wasserlinien- und Verdrängungs⊙ der Länge nach. Alle übrigen Kurven sind von Ordinate 0 abgesetzt. ⊙ Schwerpunkt

Abb. 10. Berechnungsergebnisse für die Schiffsform

Abb. 11
Hauptspant

Z ischen Festsaal und Halle liegen die Galerien, : mit dunklen Mahagonitäfelungen zu beiden Seiten hteren Kesselschachtes. Am vorderen Ende der l, Abb. 22, Textblatt 21, befinden sich Schreib- e anschließend seitlich Bücherschränke. Für die tung dieses Raumes ist helles, scharf gestreiftes holz verwendet worden; die Vorderwand ist mit eder bespannt. Ebenso sind auch die Möbel und e in roten Tönen gehalten. Die Kapitäle der werden mittelbar beleuchtet. Am hinteren Ende vei vierflügelige Türen zu beiden Seiten der Frei- ugang zu den Vorräumen des Speisesaales, die in ackschliff mit Malerei gehalten sind.

Speisesaal, ein hoher, heller Raum, hat elung aus Zitronenholz; für die Pilaster und die owie auch für die Türen ist Polisanderholz ver- Die Wandflächen sind mit grüner, goldgelb ge- r Seide bespannt. Vergoldete Ornamente verzie- Decke. Zur Ausschmückung des Raumes hat man e der Vorderwand und die Hinterwand zu beiden es erhöhten Musikpodiums mit Gobelins bespannt. l bietet Sitzplätze für rd. 450 Personen an kleinen Tischen und hat Möbel aus Polisanderholz; die nd mit grünem Leder bezogen. Außer den beiden htern und den Wandlampen ist noch mittelbare ung in den Deckenfeldern vorgesehen.

Wintergarten in rotem Padukholz liegt A-Deck und hat ein Oberlicht mit bunter Vergla- Beachtenswert ist hier der Marmorbrunnen mit Neonröhrenlicht und das Marmorrelief von Bildhauer Feuerhahn, Berlin. In gleicher Höhe wie das Bootsdeck liegen die beiden kleineren Privatspeisezimmer mit rotseidener Wandbespannung und Polisandermöbeln.

Durch Verwendung verschiedener polierter Edelhölzer, zum Teil in Verbindung mit heller Seidenstoffbespannung sowie durch die entsprechend gestimmte Möblierung hat jede der acht Staatswohnungen ihre besondere Note erhalten. Ein Vorhang schließt jeweils den nach innen gelegenen Schlafraum ab, Abb. 23, Textblatt 21. Zu jeder Wohnung gehört ein Bad und ein Kofferraum, wie die linke Hälfte von Abb. 24, Tafel 5, zeigt. Die Bäder haben Wandkachelung und Mosaik-Fliesenbelag. Hier sind Feuertonwannen aufgestellt worden; einer Mischarmatur kann man kaltes und warmes See- und Süßwasser entnehmen; die Doppelwaschtische haben Alabasterglasplatten.

In den übrigen Kammern der 1. Klasse sind die Wände in Sperrholzplatten teils mit Tekkotapeten bekleidet, teils in Lackanstrich ausgeführt. Die 1. Klasse hat nur freistehende Holz- oder Metallbetten. Abb. 24, Tafel 5, zeigt ihre Einrichtung; die Luxuszimmer haben außerdem Sofas Bei den Zimmern mit Privatbad sind die Waschtische in den Bädern untergebracht. Diese Badezimmer haben im Gegensatz zu den oben erwähnten die leichteren emaillierten gußeisernen Wannen und Einzelwaschtische auf Wandkonsolen. Alle Waschtische sind mit Zapfstellen für fließendes Kalt- und Warmwasser versehen.

Die Reederei hat besonderen Wert auf die Möglichkeit gelegt, beliebig nebeneinander liegende Kammern zu

gemeinsamen Wohnungen vereinigen zu können. Zu diesem Zweck sind sämtliche Kammern 1. Klasse im D- und E-Deck durch Zwischentüren verbunden.

Die Zusammenstellungen, Zahlentafel 1 bis 3, geben eine Übersicht über die Unterkunft der Fahrgäste, Zahlentafel 4 über Bäder und Aborte.

Zahlentafel 1
1. Klasse

Zahl der Kammern und Schlafplätze						Gemeinschaftsräume	Sitzplätze
K	B	EB	KB	RB	Schlafplätze	Speisesaal	436
379	553	23	20	40	636	Privatspeisezimmer	64
						Halle	} 263
						Festsaal	
						Rauchzimmer . . .	} 132
						Galerie	
						Wintergarten . . .	100
						Kinderzimmer . . .	29

K = Kammern, B = Betten, EB = Einhängebetten, KB = Kinderbetten, RB = Reservebetten.

Zahlentafel 2
2. Klasse

Kammern		Gemeinschaftsräume	Sitzplätze
K	Schlafplätze	Speisesaal	272
94	274	Gesellschaftsraum .	54
		Rauchzimmer . . .	62

Zahlentafel 3
3. Klasse

Wohndecks	Schlafplätze	Gemeinschaftsräume	Sitzplätze
3	B 530	Speisesaal	177

Zahlentafel 4

Klasse	Bäder		Aborte	
	privat	öffentlich	privat	öffentl.
Staatswohnungen und Zimmer	8	—	8	—
1. Klasse	102	46	106	52
2. „	—	14	—	22
3. „	—	4 und 4 Brausen	—	21

Die öffentlichen Bäder liegen in Gruppen an besonderen Quergängen, so daß ihre Bedienung möglichst vereinfacht ist. Auch in der 2. und 3. Klasse ist überall fließendes Süßwasser. Die Ausstattung dieser umfangreichen Anlagen entsprechen durchaus den weitgehenden hygienischen Anforderungen der heutigen Zeit.

Auf den neueren Fahrgastschiffen werden den Reisenden immer weitergehende Möglichkeiten geboten, sich den Aufenthalt an Bord durch Vergnügungen, Sport und Körperpflege zu verkürzen. So werden Musikdarbietungen für die 1. Klasse mit den modernsten Mitteln den andern Klassen übertragen. Für alle Klassen sind reichliche Deckplätze geschaffen worden. Das Sportdeck bietet Gelegenheit zu den verschiedensten Spielen. Ebenso findet man in der Turnhalle die üblichen Geräte für Turn-, Reit-, Radfahr- und Ruderübungen.

Besonders beachtenswert ist das Schwimmbad mit den medizinischen Bädern und zugehörigen Räumen, Abb. 25, Tafel 5, und 26, Textblatt 22, die bei der heutigen Ausnutzung der oberen Decks für sportliche Zwecke ins Unterschiff verlegt sind. Wegen der tiefen Lage des Schwimmbades ist die künstliche Lüftung reichlich bemessen, nach Bedarf wird die eingelassene Luft vorgewärmt. Außer einem Treppenaufgang ist für die Bequemlichkeit der Benutzer noch ein Fahrstuhl vorgesehen. Durch Art und Farbe der keramischen Baustoff
durch die Beleuchtung hat die Halle eine ihrer V
dung angepaßte künstlerische Ausstattung erhalten
vorderen Ende wird das 10 m lange und 6 m breite
durch eine Kaskade abgeschlossen, die zur Auffris
des Inhalts dauernd gespeist wird. Die Temperat
Seewassers wird auf 18 bis 22 °C gehalten, wofür i
deren Kesselraum ein Seewasseranwärmer aufgeste
Im Bedienungsraum dienen zwei Pumpen zum En
des Beckens, zum Lenzen des Überlaufbehälters od
Umwälzen des Inhalts. Der Überlaufbehälter hä
Wasserspiegel gleichmäßig auf 0,9 oder 1,65 m übe
Boden. Ein Luftgebläse durchlüftet durch 140 Pe
im Boden den Wasserinhalt.

Für frische Blumen sorgt die Gärtnerei m
Warm- und Kalthaus am Ende des A-Decks. B
keime werden im angrenzenden Kühlhaus mitgen
Der Blumenladen befindet sich im Vorraum au
D-Deck. Auch stehen den Fahrgästen die Bibliothe
Buchhandlung, der Bordphotograph, eine Dunkelk
eine Schneider- und Schuhmacherwerkstatt mit zwe
trischen Schuhputzmaschinen, sowie die Bordwäsche
Verfügung. In der Druckerei werden auf einer
druckpresse sämtliche Drucksachen hergestellt.

Für Kranke sind vorn auf dem D-Deck ein Oper
raum, getrennte Hospitäler für Damen und Herre
3. Klasse, ein Raum für Genesende, eine Zelle für G
kranke, eine deutsche und eine spanische Apothek
gesehen. Die Wohnräume der drei Ärzte und des
personals liegen unmittelbar unterhalb der Kranke
auf dem E-Deck. Für ansteckende Krankheiten sin
Isolierhospitäler hinten auf dem E-Deck vorgesehen

Wirtschaftseinrichtungen. Das A
einer Reederei beim reisenden Publikum wird nic
durch die Wohnlichkeit und Behaglichkeit der E
tungen und die Schnelligkeit ihrer Schiffe, sond
hohem Maß auch durch die Art und Güte der V
gung bestimmt. Die Durchbildung der umfangreiche
schaftsanlagen, die wegen der großen Personenza
zur Erfüllung der verschiedensten Ansprüche hoh
forderungen genügen müssen, ist in technischer H
sehr bemerkenswert. Im Interesse der Wirtschaftl
und der Raumersparnis werden möglichst viele A
mit Maschinen ausgeführt.

Damit sich möglichst kurze Bedienungswege e
war für die Lage der Küchen die Anordnung der
säle maßgebend. Wegen der verschiedenen Anfo
gen haben die einzelnen Klassen vollkommen get
Betrieb. Gemeinsam sind nur die Schlachterei, die
rei und die Konditorei, die mit den Küchen
2. Klasse in einem Raume hinten auf dem C-Deck
Der Raum steht unter Aufsicht des Oberkochs.

Damit die Küchengerüche die Fahrgäste nicht
gen, ist dieser Raum vollständig von den Wohn
abgeschlossen. Ferner haben die eisernen Wänd
schen den einzelnen Abteilungen im oberen Teile
gitter, damit man sie recht gut durchlüften kann
Entlüftung ist besonders reichlich bemessen; jed
zelne Raum ist an die verschiedenen Kanäle un
Decke angeschlossen. Über den Herden hat man
Dunstfänger angebracht, die mit diesen Abzugk
unmittelbar verbunden sind. Der Wrasen der Dam
kessel wird in Kondenstöpfen niedergeschlagen. Die
und Öfen haben elektrische Heizung erhalten, für die
kessel, die übrigen Kocher und Wärmschränke ist
heizung vorgesehen, so daß die sonst so schwierige
abführung gänzlich vermieden ist.

Die Mannschaftsküche, die Wirtschaftsräume
3. Klasse und die Israelitenküche liegen in einem a
derten Deckhaus vorn auf dem C-Deck und sin
denselben Grundsätzen eingerichtet worden.

Da in der 1. Klasse während der Hauptmahlzeit
nach einer Speisenfolge gegessen wird, ist die Zube
sowie die Bedienung vereinfacht. In der 3. Klass
in drei Gruppen gegessen, so daß der Speisesaal u
Küche dementsprechend kleiner bemessen
konnten. Abb. 27 bis 29, Tafel 5, und Abb. 30,
blatt 22, zeigen die Einrichtung der einzelnen Räum

Abb.
Läng
und
D

Hauptangaben.

Länge über alles	205,9	m
„ zwischen den Loten	195	
Breite über Spanten	25,7	„
Seitenhöhe bis zum D-Deck	14,3	„
Seitenhöhe bis zum Schottendeck	11,7	„
Größter Tiefgang	8,67	„
Tragfähigkeit . . . rd.	11 500	t
Fahrgäste 1. Klasse	553	
„ 2. „	274	
„ 3. „	530	
Besatzung	630	
Bruttoraumgehalt	27 560	R.-T.
Geschwindigkeit	20	Kn
Maschinenleistung	24 000	PS_e

Sportdeck

Bootsdeck = A-Deck

Maßstab 1:600

Abb. 1 bis 3
Längsansicht und obere Decks

Hauptangaben.

Länge über alles	205,9	m
„ zwischen den Loten	195	
Breite über Spanten	25,7	„
Seitenhöhe bis zum D-Deck	14,3	„
Seitenhöhe bis zum Schottendeck	11,7	„
Größter Tiefgang	8,67	„
Tragfähigkeit rd.	11 500	t
Fahrgäste 1. Klasse	553	
„ 2. „	274	
„ 3. „	530	
Besatzung	630	
Bruttoraumgehalt	27 560	R.-T.
Geschwindigkeit	20	Kn
Maschinenleistung	24 000	PS_e

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

Promenadendeck
= B - Deck

Brückendeck = C - Deck

1. Deck = D - Deck

2. Deck = E - Deck

6. Deck = J - Deck

Raumplan

Promenadendeck = B-Deck

Brückendeck = C-Deck

1. Deck = D-Deck

2. Deck = E-Deck

6. Deck - J-Deck

Maßstab 1:600

10 5 0 10 20 30 40 50 m

Raumplan

Abb. 4 bis 9
Deckpläne und Raumplan

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

Provianischacht

RZ 804 Z 31

Speisesaalschenke 1.Kl
Kühlraum
Gläser-aufwasch
Messer-putz-raum
Speisesaal 1.Kl.
-beitsverteilungsraum
Schalt-raum
kalte Küche 1.Kl.

RZ 804 Z 27÷29

a Elektris
b Dampfk
c Grillofe
d Grillofe
e Passiern
f Topfgrä
g Löffelbr
h Kondito
i Speisee
k Eiszerkl
l Schnees
m Baumku
n Reibstei

Abb. 12 (rechts)
Gitterträger mit Rahmenspant und Unterzug für die Decke des Speisesaals 1. Klasse

Abb. 24
Staatswohnung mit Bad und Kofferraum (links) und Kammerblock 1. Klasse (rechts)

a Dampfheizung
b Schreib- und Frisiertisch
c Tisch
d Frisiertisch
e Schreibtisch
f Elektrische Heizung

Abb. 31 und 32
Kühl- und Provianträume auf dem 4. und dem 5. Deck

a Eiserzeuger
b Motor
c Luftkühler
d Haublock
e Blechregale
f Ventile
g wasserdichte Tür
h Ausgabetisch
i Gewürzschrank
k Kisten für Hülsenfrüchte

Abb. 13 bis 19
Einzelheiten der Ruder- und Hinterstevenkonstruktion

Abb. 25
Schwimmbad mit angrenzenden Räumen

Abb. 27 bis 29
Einrichtung der Wirtschaftsräume auf dem Promenaden- und dem Brückendeck

a Elektrischer Herd
b Dampfkochkessel
c Grillofen mit Spieß
d Grillofen
e Passiermaschine
f Topfgräting
g Löffelbrett
h Konditorofen
i Speiseeismaschine
k Eiszerkleinerungsmaschine
l Schneeschlagmaschine
m Baumkuchenmaschine
n Reibstein
o Elektrische Kochplatte
p Backofen
q Teigknetmaschine
r Teigteilmaschine
s Gärschrank mit fahrbaren Regalen
t Doppelbacktrog
u Brotröstofen
v Teigwellmaschine
w Nudelschneidmaschine
x Schlächterbank
y Haublock
z Fleischwolf
a' Fleischschneider
b' Knochensäge
c' Wurstfüllmaschine
d' Kartoffelschälmaschine
e' Gemüseschneidmaschine
f' Kaffeekocher
g' Kaffeemaschine
h' Milchkocher
i' Kakaokocher
k' Heißwasserkessel
l' Brotschneidmaschine
m' Aufschnittschneidmaschine
n' Dosenöffner
o' Anrichte
p' Warmwasserbad
q' Wärmschrank
r' Kühlschrank
s' Gläserschrank
t' Bierkühlschrank mit Biersäule und Gläserspültrog
u' Brotschrank
v' Proviant
w' Konserven
x' Weinschrank
y' Silberschrank
z' Gemüsespültrog
a'' Aufwaschtrog
b'' Geschirrspülmaschine
c'' Gläserspülmaschine
d'' Messerputzmaschine
e'' Ausguß
f'' Gräting
g'' Schreibtisch
h'' Pult
i'' Arbeitstisch
k'' Klapptisch
l'' Bord oder Regal
m'' Schalttafel

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona"

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona"

Abb. 40
Backbord-Turbinensatz
mit abgenommenen
Obergehäusen

Abb. 44 und 45
Haupt-Kühlwasserpumpe

Abb. 36 bis 39
Hauptkondensator

Abb. 42 und 43
Abgaskessel

Abb. 46 bis 49
Aufstellung der Hilfsmaschinen in den
Maschinen- und Kesselräumen

a Drehmaschine
b Verdampfer
c Solepumpe
d CO_2-Kompressor
e Kondensator
f Kühlwasserpumpe
g Abwasserbehälter
h Seewasserkasten
i Hauptkühlwasserpumpe
k Kondensatpumpe
l Dampfstrahl-Luftpumpenanlage
m Verdampfer
n Hilfskondensator mit Lenzpumpe und Hilfsluftpumpe
o Speisewasservorwärmer
p Ölschleuder
q Turbospeisepumpen
r Schmieröl-Sammelbehälter
s Speisewasser-Sammelbehälter
t Speisepumpe
u Ölsaugfilter
v Schmierölpumpe
w Öldruckfilter
x Schmierölkühler
y Ballastpumpe
z Vakuumverdampfer
a' Erhitzer
b' Umwälzpumpe
c' Süßwasseranwärmer
d' Süßwasserpumpe
e' Sandfilter
f' Süßwasser-Ablaufbehälter
g' Süßwasserreiniger
h' Seewasseranwärmer
i' Badepumpe
k' Klosettpumpe
l' Deckwaschpumpe
m' Süßwasserkühlpumpe
n' Seewasserkühlpumpe
o' Seewasserreiniger
p' Süßwasserrückkühler
q' Hauptschalttafel
r' Schalttafel
s' Schaum-Feuerlöschanlage
t' Lenzpumpe
u' Anfahrluftkompressor
v' Druck- und Abwasserbehälter
w' Druckwasserpumpe
x' Brennstoff-Tagespumpe
y' Ölüberlauftank
z' Kühlwassertank
a'' Dieseldynamo
b'' Umformer
c'' Luftkompressor für Kesselreinigung
d'' Ölmengenanzeiger
e'' Druckluft-Vorratbehälter
f'' Sandkiste für Feuerlöschzwecke
g'' Abgaskessel
h'' Heizölsaugfilter
i'' Heizölpumpen
k'' Heizöldruckfilter
l'' Heizölvorwärmer
m'' Windkessel
n'' Umwälzpumpe
o'' Kondensat-Sammelbehälter
p'' Injektor
q'' Entwässerungspumpe
r'' Aschaufzug
s'' Beobachtungstank
t'' Seewasservorwärmer für das Schwimmbad
u'' Sauglüfter
v'' Drucklüfter
w'' Schwimmbadpumpe
x'' Kompressor
y'' Süßwasser-Ausgleichtank
z'' Schmieröltank für Turbinen
a''' Schmieröltank für Dieseldynamos
b''' Treiböl-Tagestank
c''' Abwassertank
d''' Gebläse für Abgaskessel
e''' Turbolüftergebläse
f''' Eingang zum Betriebsgang
g''' Notausgang

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

Abb. 20. Rauchzimmer 1. Klasse

Abb. 21. Galerie mit Durchblick zum Festsaal 1. Klasse im Hintergrund

Abb. 22. Halle 1. Klasse

Abb. 23. Staatswohnung

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

Abb. 30. Küche 1. Klasse

Abb. 26. Schwimmbad

Die Doppelherde in den Küchen der 1., 2. und lasse haben 3,74 × 2 m² Plattenfläche und je sechs Brat-.. Der Inhalt der Dampfkochkessel beträgt in der 1. und lasse 250 l, in der 3. Klasse 300 l, in der Israelitenküche l. Heizdampf von 4 at in Rohrschlangen erwärmt das den atzkessel umgebende Wasserbad. Bemerkenswert sind elektrischen Grillöfen mit Spieß, in denen Hammel im ;en gebraten werden. Als Vorbereitungsmaschinen sind erwähnen die elektrischen Gemüseschneider und die g fassenden Kartoffelschäler. Für warme Getränke sind eekocher von 100 l, Milch- und Kakaokocher von 50 l lt aufgestellt, die ebenso wie die Wärmschränke durch pfheizschlangen geheizt werden.

Einen besonderen Dienstzweig bildet das Reinigen großen Menge täglich gebrauchten Geschirrs, wo-in allen Klassen besondere Räume dienen. Die lasse hat die weitestgehende Unterteilung; außer An-e-, Aufwasch-, Messerputzraum und Küchenaufwasch man hier den Silberaufwasch abgetrennt und für die nke einen besonderen Gläseraufwasch vorgesehen. In hirrspülmaschinen, für eine stündliche Leistung von 0 000 Stück für die 1. und 12 000 Stück fürdie 2. Klasse, das Geschirr in offenen Trögen, die die Maschine hlaufen, aufgestellt, mit heißer Seifenlauge, die aus eichen Düsen unten und oben unter großem Druck itt, abgewaschen und in derselben Art beim weiteren hgang mit reinem heißen Wasser abgespült. Von den

Abb. 33. Fleischkühlraum

lnen Maschinen für den Wirtschaftsdienst bean-hen diese am meisten Kraft, und zwar 5 PS für die re und 3 PS für die kleinere Maschine. Im Gläser-isch ist eine Gläserspülmaschine mit drehenden en für 1000 Stück in der Stunde vorgesehen.

ie S c h l a c h t e r e i dient zum Zerkleinern und Zu-n des Fleisches für den Gebrauch; die aufgestellten hinen werden über eine Vorgelegewelle von einem Motor angetrieben. Zum Aufbewahren eines Tages-fs ist ein Kühlraum für Fleisch und ein Kühlschrank isch vorgesehen. Anschließend folgt die B ä c k e-wo zur Herstellung des täglichen Brotbedarfs zwei netmaschinen für je 200 kg Mehl mit 3 PS-Motor, eine ilmaschine für Brötchen, ein Gärschrank und zwei öckige elektrische Backöfen aufgestellt sind.

Zahlentafel 5

	Anschlußwert kW
4 Doppelherde	480
1 Herd (Israelitenküche) .	28
2 Backöfen	52
1 Konditorofen	18
2 Grillöfen mit Spieß . . .	39
2 Grillöfen	15
2 Toastöfen	22
1 Baumkuchenmaschine . .	7,5

Schließlich hat noch die K o n d i t o r e i einen vierstöckigen elektrischen Konditorofen, eine Speiseeismaschine für 70 kg Inhalt, eine doppelte Schneeschlagmaschine für 35 bis 40 l, eine elektrische Baumkuchenmaschine, eine Eiszerkleinerungsmaschine und die nötigen Kühlschränke. Den Strombedarf der elektrisch geheizten Koch- und Backeinrichtungen zeigt Zahlentafel 5.

Beträchtliche Mengen Proviant sind für die tägliche Verpflegung der rd. 2000 Personen erforderlich. „Cap Arcona" nimmt für jede Reise mit: 40 000 kg Fleisch, 2000 kg frische Fische, 7500 kg Geflügel, 1500 kg Wild, 115 000 kg Kartoffeln, 30 000 Dosen Gemüsekonserven, 45 000 kg Mehl, 90 000 Eier, 7500 kg Butter, 25 000 Dosen Milch, 40 000 l Bier, 30 000 Flaschen Wein, 40 000 Flaschen Mineralwasser, 150 000 Zigarren, 120 000 Zigaretten. Zur Aufbewahrung dienen die umfangreichen Proviant- und Kühlräume, Abb. 31 und 32, Tafel 5, und Abb. 33. Hier befinden sich auch zwei Eiserzeuger für täglich je 1000 kg Eis.

Besondere Beachtung verdient auch die Bordwäscherei, die rd. 1000 kg Bordwäsche und Wäsche der Fahrgäste in 15 bis 16 Stunden bewältigt. Sie ist im Hinterschiff auf dem D-Deck untergebracht. Ihre mechanische Einrichtung umfaßt drei Waschmaschinen, zwei Trockenschleudern, eine Dampfzylindermangel mit einer Hauptwalze, 3500 mm lang bei 1000 mm Dmr., vier Jackenpressen, zwei Oberhemdpressen, Kragen- und Manschetten-Plättmaschinen und eine Wäschezeichenmaschine. Ein Sortierraum, ein Trockenraum und die Handplätterei auf dem E-Deck gehören zu diesem Betrieb. Ein Fahrstuhl führt zum Raum für schmutzige Wäsche und zum Hauptleinenraum.

F ü h r u n g u n d B e t r i e b d e s S c h i f f e s. Im Steuermaschinenraum auf dem F-Deck sind zwei gleichgroße, vollkommen getrennte, elektrische Rudermaschinen aufgestellt. Die Motoren werden von dem Hauptsteuerstand auf der Brücke in Leonardschaltung betrieben. Hierfür sind zwei Umformersätze vorgesehen. Für die Rückdrehung der Steuerschalter ist eine synchrone Fernübertragung angeordnet. Zur weiteren Ausrüstung gehören die Kreiselkompaßanlage mit Selbststeuer, die Unterwasserschall-Signalanlage, die Funkanlage mit Haupt- und Notsender.

Das Ankerspill mit zwei stehenden Spillen für 87 mm-Kette wird elektrisch betrieben. Die beiden Motoren, die gleichzeitig auch die Bugverholspille für 12 t Trossenzug bei 15 m/min Seilgeschwindigkeit treiben, sind mit dem Getriebe in einem besonderen Raum auf dem Deck unterhalb aufgestellt. Ebenso sind hinten auf dem D-Deck zwei Heckverholspille vorgesehen. Bei 12 m/min Seilgeschwindigkeit beträgt der Trossenzug auch hier 12 t.

Nur im Vorschiff befinden sich kleinere Laderäume; sie werden von einer besonders großen Luke bedient, die das Verladen von Kraftwagen gestattet. Die drei übrigen Luken sind für Proviant, Gepäck- und Postübernahme bestimmt. Dementsprechend sind insgesamt acht elektrische Winden von je 3 oder 5 t Traglast vorgesehen.

Der Hauptverteilstutzen der D e c k w a s c h- u n d F e u e r l ö s c h l e i t u n g liegt im Hilfsmaschinenraum. Von dort zweigt die Leitung in je zwei Strängen nach den Kessel- und Maschinenräumen und nach Vor- und Hinterschiff ab. Insgesamt sind 123 Feuerlöschstellen mit Schlauchanschluß vorhanden. Die Deckwaschleitung kann durch ein Verbindungsrohr mit warmem Seewasser gespeist werden. In den Kesselraum sind für die Dampffeuerlöschanlage Rohre unter die Kessel eingebaut. Außerdem sind hier sowie im Maschinenraum Schlauchanschlüsse für Wasser- und Schaum-Feuerlöschung in genügender Anzahl vorhanden; auch sind mehrere Handfeuerlöscher aufgestellt.

R a u c h m e l d e a n l a g e. In wenig begangenen Räumen, wie Laderäumen, Gepäckräumen, Vorraträumen usw., ist neben der Wasser-Feuerlöschleitung eine zweite Leitung für die Rauchmeldeanlage, Bauart R i c h, mit Anschlüssen nach den Kommandostellen verlegt. In Verbindung hiermit ist eine C l a y t o n - A n l a g e für Desinfektions- und Feuerlöschzwecke eingebaut. Umschalthähne bei der Rich-Anlage gewähren die wechselseitige Benutzung der Rohrleitung als Rauchmelder oder als Schwefelgasleitung.

Steigleitungen im Maschinenschacht speisen die Vorratbehälter für kaltes Süß- und Seewasser im hinteren Schornstein. Von hier aus fließt das Wasser über Vorratbehälter im Vor- und im Hinterschiff den Verbrauchstellen zu. Zum Erzeugen des Trinkwassers aus dem mitgeführten Frisch-(Roh-) oder aus Seewasser ist eine Vakuumverdampferanlage im Maschinenraum aufgestellt. Zwei Sandfilter dienen zur Reinigung.

Das warme Süß- und Seewasser wird in mit Dampf geheizten Oberflächen-Vorwärmern erwärmt und den Verteilstutzen im Maschinenschacht zugeführt. Ringleitungen in den einzelnen Decks versorgen die Verbrauchstellen. Da das Wasser dauernd im Umlauf ist, tritt beim Öffnen der Hähne sofort warmes Wasser aus. Durch Verbindung mit den Kaltwasserleitungen wird der Verbrauch ergänzt; gleichzeitig werden die ganzen Anlagen unter gleichem Druck gehalten.

Heizung. Nur die Staatswohnungen werden elektrisch geheizt. Die übrigen Räume haben Dampfheizung. Ein von der Raumheizung getrenntes Rohrnetz speist die mit Dampf geheizten Wirtschaftseinrichtungen.

Natürliche Lüftung haben nur die Laderäume. Gepäck- und Posträume haben außer der natürlichen Zugluft noch künstliche Abluft. Im übrigen ist überall künstliche Lüftung vorgesehen. Die Wohnräume 1., 2. und 3. Klasse sowie die Besatzungswohnräume haben Frischluftzufuhr, in der 1. und 2. Klasse mittels drehbarer Austrittöffnungen, Bauart Punkah-Louvres, an den Druckkanälen. Die 3. Klasse hat außer der künstlichen Zu- noch künstliche Abluft. Aus den Bädern, Aborten, Wasch- und Wirtschaftsräumen wird die Luft abgesaugt. Schließlich sind für die Kessel- und Maschinenräume große elektrisch angetriebene Drucklüfter vorgesehen.

Auf den oberen freien Decks befindet sich eine größere Zahl elektrischer Lüfter für das gesamte Saug- und Druckluft-Kanalnetz. Die Selbstanlasser der Motoren sind von einer Hauptstelle im Hilfsmaschinenraum zu betätigen. Die gewünschte Lüftung wird durch Lampensignale im Hilfsmaschinenraum von den Oberstewarddiensträumen und vom Maschinendienstraum mitgeteilt.

Sicherheitseinrichtungen. Die wasserdichte Einteilung des Schiffes ist so durchgeführt worden, daß zwei nebeneinanderliegende Abteilungen überflutet werden können, ohne daß selbst bei Seegang dem Schiff Gefahr droht. Da für den Betrieb in einigen Schotten Verbindungstüren erforderlich sind, hat man hydraulisch betätigte Schiebetüren vorgesehen, die von einer Hauptstelle auf der Brücke oder am Ort geschlossen und geöffnet werden.

Ferner sind auf dem Bootsdeck 24 Rettungsboote ($9 \times 3{,}2 \times 1{,}22$ m) für je 83 Personen in Diagonal-Eichenwagenschott und zwei Motorrettungsboote ($9 \times 2{,}7 \times 1{,}22$ m) für 46 Personen aufgestellt, die mittels Columbus-Davits zu Wasser gebracht werden, Abb. 34.

Abb. 34. Bootsaufstellung

Maschinentechnischer Teil

Von den beiden heut in Frage kommenden Ant für Schiffe dieser Art, Turbinen und Ölmasc sind für „Cap Arcona“ Getriebeturbinen gewählt w Der Aufbau der beiden Turbinensätze zeigt die be wirtschaftliche Anordnung der Bauwerft, die sch vielen Schiffen angewandt worden ist.

Hauptmaschinen. Jeder Satz, Abb. 35, blatt 22, besteht aus einer vierstufigen Vorwärts- un zweistufigen Rückwärts-Turbine. Die Zerlegung i Stufen gibt trotz der einfachen Übersetzung von und 2100 Uml./min für die Turbinen eine wirtscha Ausnutzung des Dampfes. An jedem Ende der Ritzelwellen ist eine Teilturbine angeordnet, so daß Belastung der Ritzel von beiden Seiten ein gleichm Anliegen der Zähne gewährleistet wird. Entlas kolben sind entbehrlich, weil die Turbinenläufer fe den Ritzeln gekuppelt sind und die Axialschübe sic weder innerhalb der einzelnen Turbinen oder geg ander ausgleichen. Etwaige geringe Restschübe von den entgegengesetzt und schräg gestellten flanken aufgenommen, so daß man keine beso Drucklager für die Turbinen braucht. Die unter häusehälften der Teilturbinen sind an das Gehäus Räderübersetzung fest angeflanscht. Die äußeren stützen sich auf Plattenstühle. Auch die Einsch drucklager, hinter den Rädergehäusen angeordne mit diesen fest verbunden. Die Niederdruckturbine mit je zwei abschließbaren Abdampfstutzen an die kondensatoren, Abb. 36 bis 39, Tafel 6, angesch Deren Kühlfläche beträgt je 1200 m² bei je 41 t Leerge Die Kondensatoren sind mit Rücksicht auf gute abführung schräg angeordnet und haben einmaligen serdurchgang.

Die Art der Beschaufelung und die Anordnu Vorwärts- und Rückwärtsturbinen zeigt Abb. 40, T Da für letztere nur Gleichdruckräder gewählt sin auch bei der Rückwärtsfahrt trotz der einseitige ordnung kein Axialschub auf. Die Gesamtvor leistung beider Sätze beträgt 24 000 PS_e bei 2100 Um

Das Schmieröl für Hauptturbinen und Räderge wird aus den Sammelbehältern im Doppelboden dur kühler und Filter nach drei Hochbehältern gef Von dort aus fließt es zu den Getrieben und L und nach den Sammelbehältern zurück. Eine Ölsch reinigt von Zeit zu Zeit das unreine Öl. Mit Schmierölanlage stehen zur Sicherung des Betrieb Schnellschlußventile in der Hauptdampfleitung u Sicherheitsregler an den Turbinenwellen in Verbi

Kesselanlage. In den beiden Räumen sin gesamt acht Doppelend-Wasserrohrkessel für 20 at druck, Abb. 41, aufgestellt. Sie bestehen aus und zwei runden Unterkesseln mit gebogenen W rohren. In der Mitte der Rohrbündel befinden sich Rauchgasführung Überhitzer. Ferner sind in die F fänge Speisewasser-Vorwärmer (Bauart Blohm & eingebaut, die das in den Oberflächenvorwärmern b erwärmte Speisewasser noch weiter erhitzen. Jeder K hat zehn Brenner, denen das vorgewärmte Öl unter D zugeführt wird. Vier Turbogebläse liefern die nötige brennungsluft.

Während des Betriebes können die Rohrbünde Preßluft durchgeblasen werden, wofür im Hilfsmasch raum ein zweistufiger Dampf-Luftkompressor für und zwei Luftbehälter aufgestellt sind.

Außerdem ist noch für Wirtschaftszwecke und H dienst ein für Abgas- und Ölheizung eingeric Kessel für 10 at Überdruck und 227 m² Heizf Abb. 42 und 43, Tafel 6, eingebaut.

In den Hauptdampfleitungen aus glatten Stahlr sind Dehnungsbogen eingeschaltet, so daß Dehnungs- Schubstopfbüchsen innerhalb der Leitung und an Schotten grundsätzlich vermieden sind.

Hilfsmaschinen. Für einen wirtschaftl Betrieb wird das Speisewasser durch Abdampf der H maschinen auf 110 bis 115 °C in zwei Stufen mittels flächenvorwärmer vorgewärmt. Die zu diesem Zwec

rliche Anzahl von Hilfsmaschinen im Maschinen- hat Dampfantrieb; die übrigen werden elektrisch trieben.

Neben den Kondensatoren sind die Haupt-Kühlwasser-en, Abb. 44 und 45, Tafel 6, für je 5000 m³/h bei 4,5 m untergebracht. Die Verbundmaschine arbeitet mit 4 at ndruck und leistet 170 PS bei 125 Uml./min. Ferner t jeder Kondensator zwei Kondensatpumpen mit echter Welle, von denen eine elektrischen, die Turbinenantrieb hat. Diese Pumpen drücken das ensat durch den Speisewasservorwärmer in die Kes-iseleitung. Zur Erzeugung der Luftleere dienen je Dampfstrahlluftpumpen mit Zwischenkühler.

Ein Frisch- und ein Abdampfverdampfer für je 70 t in erzeugen Kesselspeisewasser aus dem mitgeführten asser oder unmittelbar aus Seewasser. Außerdem eine Vakuumverdampfanlage mit einer Leistung 30 t in 24 h vorhanden. Die Turbokreisel- und die nspeisepumpen sind so angeordnet, daß sich zwei ändig getrennte Speiseanlagen ergeben. Zur Rege- dienen selbsttätige Mumford-Speisewasserregler.

Auf Backbord befindet sich eine vollständige Kondensationsanlage von 160 m² Kühlfläche für den ibetrieb. Die übrigen im Maschinenraum aufge-en Pumpen für den Ballast- und Lenzbetrieb, die er- und Schmierölversorgung sind in Abb. 46 bis 49, 6, übersichtlich dargestellt.

Heizölanlage. Im Doppelboden und in den bunkern kann das Schiff 5700 t Heizöl mitnehmen. Heizöl-Betriebspumpen saugen das durch Heiz-ngen in den Bunkern vorgewärmte Öl an und en es durch die Heizölvorwärmer nach den Kesseln. igenanzeiger mit Luftübertragung, Bauart Blohm ss, sind an sämtliche Heiz-, Treib und Schmieröl-er angeschlossen.

Elektrische Anlage. Im Hilfsmaschinenraum vier Diesel-Gleichstromdynamos für je 380 kW bei nl./min und 230 V aufgestellt. Die Stromerzeuger mit einfachwirkenden kompressorlosen Viertakt-en, Bauart Blohm & Voß-MAN, gekuppelt, die Kolbenkühlung arbeiten. Die vier Stromerzeuger, 50 Textblatt 22, arbeiten in Parallelschaltung. Einbau der Sicherheitsschaltung, Bauart Carl Meyer, i Ausfall einer Maschine die Überlastung der übri-isschließt, ist die Betriebsicherheit gewährleistet. Das für Kraft- und Heizstrom ist zweipolig verlegt. Das ige Lichtnetz wird aus vier Umformern mit 110 V st. Auf dem E-Deck befindet sich die elektrische lage, die zwei Stromerzeuger für je 25 kW, von iem Ölmotor angetrieben, umfaßt. An die Schalt-lieser Anlage sind die Notbeleuchtung, die F.-T.-An-die Kreiselkompaßanlage, die elektrischen Signal-Befehlsübermittler, die Bootswinden und eine Lenz- angeschlossen, die im Regelbetrieb über eine An-lleitung an die Hauptschalttafel aus den Haupt-erzeugern gespeist werden.

Kühlanlage. Hinten im Hauptmaschinenraum sind senkrechte dreistufige CO_2-Kolbenkompressoren mit b durch Elektromotoren und Räderübersetzung unter-ht. Hiervon leisten zwei je 120 000 kcal/h und ein größerer 165 000 kcal/h. Außer den beiden Solepumpen und der Kühlwasserpumpe ist hier für jeden Kompressor ein Verdampfer und ein Kondensator angeordnet.

Abb. 41
Wasserrohrkessel

Verschiedenes. Das Schiff ist wegen des Umfanges der Maschinenanlage mit vielen Werkzeugmaschinen ausgestattet. Eine große und eine kleine Drehbank, eine Schnellhobelmaschine, eine Säulenbohrmaschine, eine Druckwasserpresse, ein Schleifstein, eine Anzahl Schraubstöcke und eine ortbewegliche Handdruckpumpe sind in der Werkstatt untergebracht. Alle Maschinen werden elektrisch angetrieben. Diese Anlage soll die Maschinenleitung in die Lage versetzen, vorkommende Ausbesserungen nach Möglichkeit an Bord zu erledigen.

Im Hauptmaschinenraum sind oberhalb der Turbinen starke I-Träger mit Laufkatzen zum Abheben der Turbinendeckel und Herausheben der Laufräder angebracht. In ähnlicher Weise ist im Hilfsmaschinenraum über jeder Dieseldynamo ein I-Träger angebracht, um auch hier mit Hilfe einer Laufkatze das Herausheben eines Kolbens samt der Pleuelstange zu ermöglichen.

Zum Befördern der Maschinenteile von und nach dem Betriebsgang befindet sich im Maschinenschacht ein 1 t-Laufkran mit elektrischem Demag-Zug. Für die Weiterbeförderung nach dem freien Deck sind im Betriebsgang wiederum I-Träger mit Laufkatzen angeordnet.
[B 804]

lbsttätiger Anruf für Funktelegraphie

ie neuen britischen Vorschriften über die Ausrüstung hiffen mit drahtloser Telegraphie sehen die Verwen-von selbsttätig wirkenden drahtlosen Notrufempfängern Diese sprechen auf ein bestimmtes Notsignal an und eine Alarmglocke in Tätigkeit, durch die ein als aphist ausgebildeter Schiffsoffizier zu der sonst un-aten drahtlosen Station gerufen wird. Marconi hat ge-m mit der britischen Admiralität das neue Gerät ebildet, das allen Anforderungen an Zuverlässigkeit Das Anrufzeichen besteht aus einer Reihe von zwölf anderfolgenden Anrufen von je vier Sekunden Dauer wischenpausen von je einer Sekunde. Das Gerät soll nach dem dritten Anruf ansprechen. Wenn das in Not befindliche Schiff durch das Anrufzeichen die Aufmerksamkeit der in der Nachbarschaft befindlichen Schiffe erreicht hat, wird die eigentliche Mitteilung gemacht. Die neuesten britischen Vorschriften sehen eine Verringerung der Bedienungsmannschaft für die Funktelegraphen-Stationen der größeren Schiffe vor, wenn ein selbsttätiger Notrufempfänger angebracht ist; bei mittleren Schiffen kann die ständige Besetzung der drahtlosen Station fortfallen. Kleineren Schiffen, die auch bis jetzt keine dauernde Besetzung der Station hatten, wird durch Anordnung von selbsttätigen Notrufempfängern ermöglicht, Notsignale aufzunehmen. Nach den Vorschriften müssen bestimmte Schiffsarten innerhalb eines Jahres mit der Einrichtung versehen werden; infolgedessen werden zur Zeit rund 200 britische Schiffe mit dem neuen Gerät ausgerüstet. [N 871] C.

Bandwebstühle

Von Walter Krumme, Ronsdorf

Aus der Geschichte des Bandwebstuhles — Entstehung des Gewebes — Grundbindungen — Bandwebstühle mit Schaftmaschinen — Lade- und Schützen-Bandwebstühle hoher Leistung — Jacquardmaschine und Harnisch — Verdolmaschine — Antriebarten der Bandwebstühle

Die Technik des Webens hat eine Jahrtausende dauernde Entwicklung durchgemacht. Das Vorkommen von Webrahmen, den Vorläufern der Webstühle, kann 2000 bis 3000 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung nachgewiesen werden.

Webstühle zur gleichzeitigen Erzeugung mehrerer Bänder wurden zu Anfang des 17. Jahrhunderts erfunden. Erfinder und Ort der Erfindung sind noch nicht endgültig ermittelt. Allgemein wird angenommen, daß der Bandwebstuhl eine Danziger Erfindung sei. In einer 1636 in Italien herausgegebenen Schrift sagt Lancellotti: „Anton Moller aus Danzig habe erzählt, er habe ungefähr vor 50 Jahren in Danzig eine sehr künstliche Maschine gesehen, die auf einmal 4 bis 6 Gewebe verfertige. Weil aber der Rat besorgt habe, diese Erfindung möchte eine Menge Arbeiter zu Bettlern machen, so habe er solche unterdrückt und den Erfinder heimlich ersticken oder ersäufen lassen."

Tatsache ist, daß die ersten Bandwebstühle sehr ungünstig beurteilt wurden. In den „Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen" von Beckmann, Bd. 1 (1786) heißt es: „Zu den Erfindungen, die mehr leisten als man wünscht, oder die zur Verfertigung so vieler Waren, als der jetzige Verbrauch verlangt, eine große Menge der bisherigen Arbeiter entbehrlich machen, also diese außer Verdienst setzen, und die eben deswegen, so witzig sie auch ausgedacht sein mögen, für schädlich gehalten und eine Zeitlang von der Obrigkeit unterdrückt sind, gehört die Bandmühle, Schnurmühle oder der Mühlenstuhl."

Die Entstehung des Gewebes und seine Grundbindungen

Bei einem Bande unterscheidet man, wie bei jedem Gewebe, die parallel zur Kante verlaufenden Kettfäden von den diese rechtwinklig kreuzenden Schußfäden. Abb. 1. Die Kettfäden *a* werden durch die Augen *b* der Schäfte *c* und *d* geführt. Durch Aufwärtsbewegung des Schaftes *c* bilden die Kettfäden *a* ein offenes Fach, in das der Schußfaden *e* eingetragen wird. Dann schlägt die in Abb. 1 nicht dargestellte Lade den eingetragenen Schußfaden fest in das Fadenkreuz. Gleichzeitig wechseln die Schäfte *c* und *d* ihre Stellung. *c* gelangt in Tiefstellung und *d* in Hochstellung. Die bis dahin tiefliegenden Kettfäden nehmen infolgedessen die Oberseite der Kette ein. Der Schußfaden kann wieder eingetragen werden.

Die verschiedenen Arten der Fadenverbindungen bedingen eine kleinere oder größere Zahl von Schäften. Da diese Zahl praktisch begrenzt ist, bedient man sich zur Herstellung verwickelter Bindungen des nachfolgend beschriebenen Harnisches.

Die Bindungen der Bänder können in drei Grundarten, auf die sich alle sonst vorkommenden Bindungen zurückführen lassen, eingeteilt werden. Man unterscheidet: Taffet, Abb. 2, Köper, Abb. 3, und Atlas, Abb. 4. Taffet ist die einfachste aller Fadenverkreuzungen. Jeder Faden über- und unterkreuzt fortschreitend je

RZ294Z1

Abb. 1
Grundsätzliche Darstellung des Webens

a Kettfäden *b* Führungsaugen der Schäfte
c, *d* Schäfte *e* Schußfaden

einen der übrigen Fäden. Diese Bindung nennt ma
der Wollweberei Tuchbindung und in der Baum
weberei Kattun, in der Leinenweberei Leinwand.
gleichwertig ist in der Flechterei die einflechtige Bin
und in der Spitzenklöppelindustrie der Leinenschlag.

Köperbindungen weisen schräge Streifen
die dadurch entstehen, daß die Bindungen jeder F
reihe um je einen Querfaden verschoben werden. K
gewebe, die auf jeder Warenseite ebensoviel Kett-
Schußfäden aufweisen, heißen gleichseitige Köpe
dungen im Gegensatz zu dem einseitigen Köper, d
Seiten verschieden aussehen. Ferner wird unterschi
zwischen Schußköper und Kettköper. Abb. 3 stellt S
köper dar. Jeder Kettfaden bindet in der Muster
folge des Schußfadens nur einmal hoch, sonst blei
in Tieflage.

Bei der Taffet- und Köperbindung treten die K
zungspunkte der Fäden scharf hervor. Dadurch e
das Taffetgewebe sein schachbrettförmiges, das K
gewebe sein schräggestreiftes Aussehen. Bei der At
bindung, Abb. 4, sind die Verkreuzungspunkte kaum s
bar. Sie sind von einem Kreis flottierender Fäden
geschlossen. Infolgedessen entsteht eine glatte, glänz
Oberfläche. Flottieren die Kettfäden, d. h. bilden
die Oberfläche des Gewebes, so heißt die Bindung
atlas im Gegensatz zum Schußatlas, dessen Oberf
von den Schußfäden gebildet wird.

Das gute Aussehen gewebter Bänder ist in h
Maß abhängig von der sauberen Ausführung des W
randes, der „Kante". Neben den flachen Kanten
vielfach auch eine „Hohlkante", Abb. 5, benutzt.
Warenenden bilden einen kleinen Schlauch.

Zur Musterung der Bänder werden in das Ge
neben den Kett- und Schußfäden, die den Unterg

RZ294Z2÷4

Abb. 2
Taffetbindung

Abb. 3
Köperbindung

Abb. 4
Atlasbindung

Abb. 2 bis 4
Die drei Grundarten d
Bindung der Bänder

Abb. 6
Mit Hilfe einer Figurkette gemustertes Band

Abb. 5
Band mit Hohlkante

n, noch besondere Figurfäden, die Figurkette und die rschüsse, eingeführt. Abb. 6 zeigt ein einfaches, ı eine Figurkette gemustertes Band.

Bandwebstuhl mit Schaftmaschine

ıbb. 7 und 8 zeigen einen Bandwebstuhl. Die Kett-, die je nach der Breite des herzustellenden Bandes eine oder mehrere Kettscheiben *a* gewickelt sind, en gemeinsam mit den von den Scheiben *b* ablaufen-Kantenfäden über den sogenannten Rollendeckel *c* ge-, dann unter den verstellbar angeordneten Eisen-Glasstangen *d*, den „Kettruten" hergeführt. Von lurchlaufen die Fäden die Schäfte *e* und die Lade *f*. chen der Lade *f* und der Stange *g* bildet sich durch agen des Schußfadens das Band. Es wird von den gwalzen, den „Zugbäumen" *h*, abgezogen und fällt der in einen vor den Abzugwalzen aufgestellten n *i* oder wird auf Rollen gewickelt. Flaschenzug-aufgehängte Gewichte *k* halten sowohl die Kett-als auch die Kantenfäden in Spannung. Haben die chte *k* die Höhe des Rollendeckels *c* erreicht, so n sie durch Auslösen der Kett- und Kantenscheiben *b* nach unten bewegt werden. Selbsttätig arbeitende svorrichtungen werden zumeist nur für Bänder mit n Fäden benutzt. Bei Seidenbändern läßt man die n mit der Hand ab.

ine Schaftmaschine *l*, deren Wirkungsweise der ıngsweise der nachfolgend besprochenen Jacquard-ine[1]) entspricht, hebt und senkt die durch Schnüre *s* er Schaftmaschine verbundenen Schäfte *e* der her-lenden Bindung gemäß auf und ab. Häufig dienen Exzenterscheiben zur Bewegung der Schäfte.

ie Lade *f* trägt die Schützen und dient zum An-en des eingetragenen Schußfadens. Exzenter *m*, *n* und Riemen *o* übertragen die Bewegung auf die Schützen. Die Lade *f* erhält ihre schwingende Bewegung von der Hauptwelle mittels der Kurbel *p* und der Pleuelstange *q*. Die Lagerung *r* der Lade *f* kann in der Höhenlage verstellt werden.

Nach der Form der Schützenführung werden die Laden Bogenschläger, Abb. 9 und 10, und gerade Schläger, Abb. 11, genannt. Ferner teilt man sie nach der Zahl der zu einem Bande gehörenden Schußspulen in einspulige, Abb. 9, und mehrspulige Schläger, Abb. 11, ein. Zum Durchlaß der Kettfäden erhält der Schläger Aussparungen *a*, Abb. 9 und 10, deren Zahl je nach der Breite des herzustellenden Bandes und der Stuhllänge verschieden ist. Normale Bogenschläger haben bis zu 66 Gänge, Schläger zur Herstellung der Bänder in zwei Etagen bis zu 96 Gänge und mehrspulige Schläger bis 40 Gänge.

Hinter der Aussparung *a*, Abb. 9 und 10, dem sogenannten Sprung, ist das „Riet", ein aus Stahlband hergestelltes feines Gitter, angebracht. Die Kettfäden werden durch das Riet, dessen Teilung, der sogenannte Stich, durch die Dichte des Bandes bestimmt wird, geführt.

[1] Z. Bd. 70 (1926) S. 901 u. Bd. 71 (1927) S. 324.

Abb. 9 und **10**
Bogenschläger

a Sprung
b Schütze
c Führungsnut
d Antriebrädchen
e Zahnstange
f Zugriemen

Abb. 7 und **8**
Bandwebstuhl mit Schaftmaschine

a Kettscheiben
b Kantenscheiben
c Rollendeckel
d Kettruten
e Schäfte
f Lade
g Umlenkstange
h Zugbäume
i Kasten zur Aufnahme des fertigen Bandes
k Spanngewichte
l Schaftmaschine
m Exzenter, *n* Hebel, *o* Riemen — zur Bewegung der Schützen
p Kurbel, *q* Pleuelstange — zur Bewegung der Lade
r Lager der Lade *f*
s Schnüre zum Heben der Schäfte
t Druckrollen
u Ausrückstange

Der Schütze *b*, einzeln dargestellt in Abb. 12, gleitet durch die Nut *c*, Abb. 9 und 10. Bewegt wird er von kleinen Zahnrädern *d* aus Rohhaut, die ihrerseits von einer Zahnstange *e* angetrieben werden. Zwei Riemen *f* bewegen die Zahnstange *e* abwechselnd nach rechts und links.

Die Anordnung eines zweispuligen Schlägers zeigt Abb. 11. Darin bedeuten: *a* Schützen, *b* Antriebrädchen, *c* und *d* die beiden Zahnstangen und *e* und *f* die Zugriemen zur Bewegung der Zahnstangen.

Abb. 11
Zweispuliger Geradschläger
a Schützen *c*, *d* Zahnstangen
b Antriebrädchen *e*, *f* Zugriemen

Abb. 1
Schütze (A
in Richtun
Abb. 9
g Schlußspul
h Krücke
i Feder
k Würmchen
l Zahnsegm

Abb. 14
Hochleistungs-Bandwebstuhl

Mehrspulige Schläger werden benutzt, wenn dem das Grundgewebe bildenden Schlußfaden noch schußfäden eingetragen werden sollen. Von den z Bande gehörenden Schützen arbeitet stets nur Durch Wirkung der Jacquardmaschine wird de spulige Schläger gehoben und gesenkt, so daß d der arbeitenden Schützen in der Ebene des Band Die Jacquardmaschine veranlaßt auch das Stillset nicht arbeitenden Schützen.

Die Schützen, Abb. 12, dienen zu nahme der Schußspulen *g*. Als Brem die „Krücke" *h*, die durch Wirkung der gegen die Spule *g* gedrückt wird. Kleine benfedern *k*, die „Würmchen", halt Schußfaden, dessen freie Länge beim gang durch das Fach kleinen Schwa unterworfen ist, in gleichmäßiger Sp Die Rohhauträdchen *d*, Abb. 9 und 10, g die Zahnsegmente *l* ein. Die Schützen in den verschiedensten Formen und ausgeführt.

Als Antriebvorrichtung für den Abz zumeist ein Getriebe mit Sperrad und klinke. Durch Änderung des Hubes ein bel kann die Abzuggeschwindigkeit mit g der Genauigkeit geregelt werden.

Entsteht eine Fehlstelle im Band, es entgegen der Abzugrichtung zurück werden. Nach Anheben der Druck Abb. 8, läßt sich das Band beliebig vers

Das Bild eines Bandwebstuhles mit maschine, ausgeführt von den Maschin ken Carl Lüdorf & Co. in Ronsdorf Groß Schönau (Böhmen), und Vercura lien), zeigt Abb. 13.

In dem Bestreben, die Leistungsf der Bandwebstühle zu erhöhen, haben Bandwebstuhl-Fabriken Neukonstruktio ausgebracht, die durch zweckmäßige tung der Einzelteile eine Erhöhung d laufzahl zulassen. Jedoch ziehen die genden Massen einer Erhöhung der Dre bei Bandwebstühlen enge Grenzen. stellt einen Hochleistungs-Bandwebst Firma Friedrich Lüdorf & Co., G. m Barmen-Rittershausen, dar. Schützenbe und Fachbildung sind in diesem Stuhle läufig durch Kurvenscheiben verbund

Abb. 13
Bandwebstuhl mit Schaftmaschine

Abb. 15
Harnisch

besseren Übersicht
ı sind nur einige
ire und Litzen ein-
gezeichnet.

larnischschnüre
erteilstellen der
chnüre
arnischbrettchen
arnischlitzen
litzenaugen
arnischeisen
ettenfäden

Abb. 16 und 17
Wirkungsweise der
Jacquardmaschine

a gelochte Karten (Jacquardkarte)
b Kartenprisma
c Nadeln
d Platine
e Messer

·nisch — Jacquardmaschine — Verdolmaschine

ie schon eingangs gesagt wurde, können die Schäfte ır Steuerung der Kettfäden bei Bändern mit ver- mäßig kurzer Musterungsfolge benutzt werden. Bei llen für umfangreich be- te Bänder verwendet nen Harnisch, Abb. 15. n der Jacquardmaschine nden Schnüre *a* sind so oft geteilt, wie der ebstuhl Gänge hat. edem Gang sind diese e in den Harnisch- en *c* gelagert. Jede chkordel ist mit der chlitze *d* verbunden. rägt das Litzenauge *e*, Aufnahme eines Kett- dient. Von der Jac- aschine kann jede und damit jeder Kett- dem herzustellenden entsprechend, gehoben senkt werden. Eisen- , die „Harnischeisen" die Harnischlitzen in ng.

nach Maßgabe des s gelochten Karten *a* Jquardmaschine, Abb. 16 sind, durch Schnüre m endlosen Band ver- iber ein Prisma *b* ge- as Prisma wird hin- rbewegt. Bei jedem Rückgange erfährt es eine Vierteldrehung und bewegt dadurch das Kartenband um einen Kartenstreifen weiter. Bei der Vorwärtsbewegung gelangt ein Kartenstreifen in den Bereich der Platinnadeln *c*. Die Nadeln, die ein Loch der Karte treffen, bleiben in Grundstellung. Alle anderen werden zurückgedrängt. Mit jeder Nadel ist eine Platine *d* verbunden. Die zurückgedrückte Nadel zieht auch die Platine zurück. Diese gelangt dadurch aus dem Bereich ununterbrochen auf- und abbewegter Messer *e*. Die Messer erfassen alle andern Haken, heben sie hoch und nehmen auch die am unteren Ende angebrachten Schnüre mit. Der Antrieb der Jacquardmaschine entspricht grundsätzlich dem in Abb. 7 und 8 gezeichneten Antrieb der Schaftmaschine.

Sind zur Herstellung eines Musters viele Karten erforderlich, so nehmen die aus dicker Pappe hergestellten Jacquardkarten einen verhältnismäßig großen Raum ein. Diesen Übelstand sucht man mit der Verdolmaschine, in der die Jacquardkarten durch ein endloses Papierband ersetzt sind, zu beseitigen. Abb. 18 zeigt eine Verdolmaschine der Maschinenfabrik Carl Zangs, A.-G., Krefeld.

Bei den Verdolmaschinen mit endloser Papierkarte werden wagerecht liegende Stoßstifte *a*, Abb. 19, von denen jeder durch das Auge einer senkrechten Hilfsnadel *d* geführt ist, durch eine Anzahl von Druckschienen *c* taktmäßig gegen den Nadeleinsatz vorgedrückt. Die Hilfsnadeln werden von der Karte beeinflußt und heben einen Teil der Stoßstifte, so daß diese von den Druckschienen erfaßt und vorgeschoben werden. Die nicht ge-

Abb. 18. Verdolmaschine der Maschinenfabrik Carl Zangs, A.-G., Krefeld

a Stoßstifte
b Rost
c Druckschienen
d Hilfsnadeln
e Zylinder

Abb. 19
Wirkungsweise der Verdolmaschine

Abb. 20
Elektrischer Antrieb eines Bandwebstuhls

a Seitenständer des Bandwebstuhles
b Elektromotor
c drehbares Lager des Motors
d Spannfeder

hobenen Stoßstifte bleiben in einer Stellung, in der die Druckschienen wirkungslos über sie hinweggehen. Die Stoßstifte sind durch einen Rost *b* hindurchgeführt. Unterhalb der Nadeln *d* befindet sich der Zylinder *e*, über den die Musterkarte fortbewegt wird. Bei jedem Arbeitsgang bewegt sich der Satz Druckschienen *c* nach rechts. Diejenigen Hilfsnadeln *d*, die nicht auf ein Loch der Karte treffen, halten dabei die ihnen zugeordneten Stoßstifte *a* derartig angehoben, daß sie von dem umgebogenen Rand der betreffenden Druckschiene *c* erfaßt und vorgedrückt werden, während der zu einer Hilfsnadel *d*, die durch ein Loch der Karte nach unten sinkt, gehörige Stoßstift in wagerechter Stellung auf der darunter befindlichen Druckschiene liegen bleibt und daher beim Vorrücken der darüber befindlichen Druckschiene nicht erfaßt und vorgeschoben wird.

Der Antrieb der Bandwebstühle

Bis in die letzten Jahrzehnte des verflossenen Jahrhunderts wurden die meisten Bandwebstühle, insbesondere in der Heimindustrie, mit der Hand bewegt. Dann bürgerte sich allgemein der Transmissonsantrieb ein. Mittels der vor dem Stuhl angebrachten Ausrückstange *u*, Abb. 7, kann der Weber von jeder Bedienungsstelle aus den Stuhl durch Verschieben des Riemens auf die Losschei setzen. Eine in der Zeichnung nicht dargestellte bewirkt den augenblicklichen Stillstand des Stuhl

Wegen der besseren Übersicht und auch au schaftlichen Gründen verwendet man jetzt häufig d zelantrieb in der Bandweberei. Motoren zum Antr Bandwebstühle müssen ein großes Anzugmoment Ist es zu klein, so entstehen infolge zu leichten A ges der Lade fehlerhafte Stellen im Band. Abb. den elektrischen Antrieb der Schorch-Werke, Rhe auf dem Seitenständer *a* des Bandstuhles auf Motor *b* ist mit einer Riemenwippe ausgerüstet. bei *c* drehbar befestigt. Infolge Wirkung der bleibt der Antriebriemen gleichmäßig gespannt.

Thermische Bewertung der Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf, insbesondere bei Hochdruckanlagen[1])

Bei Bestrebungen zum Steigern der Frischdampfdrücke in Dampfkraftanlagen hat man auf ein schon lange bekanntes Verfahren zur Verbesserung des Arbeitsprozesses zurückgegriffen. Man benutzt statt des sonst angestrebten Prozesses nach Clausius-Rankine den Regenerativprozeß[2]), indem man einen Teil des Arbeitsdampfes der Turbine zum Erwärmen des Kondensates verwendet. Auf diese Weise verkleinert man die Wärmemenge, die im Kondensator der Maschine an das Kühlwasser abgegeben werden muß.

Es ist nicht gleichgültig, bei welchem Druck man den Dampf zum Vorwärmen des Kondensates der Turbine entnimmt, oder, anders ausgedrückt, auf welche Temperatur das Speisewasser durch den Anzapfdampf erwärmt wird. Die bei diesem Verfahren erreichte Endtemperatur des Speisewassers, die den besten thermischen Wirkungsgrad des Kreisprozesses ergibt, oder, was das gleiche ist, die Arbeitsfähigkeit des Anzapfdampfes in der Turbine am besten ausnutzt, ist die „günstigste Temperatur" des Speisewassers.

Für eine gegebene Anlage gibt es nur eine bestimmte „günstigste Temperatur"; sie ist unabhängig von den Schwankungen des Druckes und der Temperatur des Frischdampfes sowie der Luftleere. Die Linie des thermischen Wirkungsgrades verläuft in der Gegend des Höch sehr flach, um so flacher, je größer die Zahl der stellen ist. Man braucht daher die „günstigste Tem nicht genau innezuhalten; es genügt, wenn man ihrer Nähe hält.

Die Endtemperatur in jedem Vorwärmer bestim bei n Anzapfstellen so, daß man den Bereich zwisc Sättigungstemperatur bei Frischdampfdruck und d tigungstemperatur bei Kondensatordruck in $n+1$ Teile teilt. Mit dem Frischdampfdruck nimmt die V rung des Wirkungsgrades zu; das Verfahren eign daher besonders für hohe und höchste Drücke.

Das Gewicht der abgezapften Dampfmenge hä mehrstufiger Vorwärmung nicht von der Zahl der sondern nur von der geforderten Endtemperatur d wärmung ab. Als wirtschaftlichste Zahl der Stufe vorgeschlagen:

für Drücke bis		rd. 30 at	1 Stufe,
„ „	über 30 at bis	100 at	2 Stufen
„ „ „		100 at	3 Stufen

Die Vorwärmung durch Anzapfdampf hebt nicht mittelbar den Wirkungsgrad der Wärmeumsetzung in samten Anlage, sondern sie verbessert auch in vielen den Wirkungsgrad der ersten Stufen einer Dampf weil das hier arbeitende Dampfgewicht größer wird ner ermöglicht das Verfahren, die Leistung von G binen zu steigern, da die Abdampfmenge kleiner wird Gesichtspunkte können neben den rein thermischen d der Anzapfstufen beeinflussen. [N

[1]) Auszug aus der von der Technischen Hochschule Berlin genehmigten Dissertation von Dipl.-Ing. Erich Schlegel, Charlottenburg.
[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1004.

Die amerikanischen Methoden zur Behandlung ler Bandsägeblätter und ihre elastizitätstheoretische Begründung

Von Prof. Dr.-Ing., Dr. med. h. c. Gustav Schmaltz, Offenbach a. M.

ie Entwicklung der schweren Bandsägen in Amerika — Ihre Verwendung im Vergleich zum Sägegatter — Die Vorgänge beim erlaufen und Abdrängen der Säge — Die praktischen Verfahren zur Vorbehandlung breiter Blätter — Theorie der Spannungszustände im gewöhnlichen und vorbehandelten Sägeblatt

erblick über die Entwicklung der Bandsägen in den Vereinigten Staaten von Amerika

e konstruktive Frühentwicklung der schweren Bandsägen (Blockbandsägen und Spaltbandsägen) hat sich im wesentlichen in den Vereinigten Staaten nerika abgespielt. Es mag daher gerechtfertigt ern, auch bei einer vorwiegend theoretischen Behandeser Maschinen von ihrer amerikanischen Entwicknd den dortigen Erfahrungen auszugehen. Über llen Holzes wird heut in Amerika auf Bandsägen tten. Vor etwa 50 Jahren dagegen waren Blockaltbandsäge nach nahezu unbekannt. Dann nahm ma Prescott in Menominee, Michigan, den Bau ockbandsägen in kleinem Maßstab auf, und gleichbegannen die jetzt nicht mehr bestehenden Atc Works in Philadelphia den Bau der Spaltgen. Dies fiel in die Zeit der beginnenden Holzeit der Vereinigten Staaten, als der Sägemühzer anfangen mußte zu rechnen, und der erlust auf den alten Kreissägen begann, eine n der Selbstkostenrechnung zu spielen. Gleichhatte sich unter dem Einfluß des wachsenden aftskampfes auch im Baugewerbe eine solche Steider Anforderungen an die Reinheit und Güte der vare herausgebildet und damit verbunden eine so ifferenzierung der Güte und Preisgrade des Schnitt- daß der Sägewerkunternehmer nur dann wirtch bestehen konnte, wenn er aus den gegebenen n das Maximum an Qualitätsware herauszuholen te. Dafür war die Bandsäge das gegebene Mittel. Gegensatz zum Sägegatter, das (wenigstens in der nischen Bauart) in bezug auf Schnittverlust und tive Leistung den Vergleich mit der Bandsäge wohl gestattet diese, den Stamm nach irgendeinem um seine Längsachse zu drehen. Dieses Verfahren cht es, jeweils die fehlerhaften Stellen des Holzes Rand des Brettes zu bringen und damit die Qualitätseisklasse der Schnittware wesentlich zu erhöhen. natürlich nur bei nicht zu kleinem Stammdurchzweckmäßig. Damit ist aber gerade bei den nornerikanischen Hölzern die wirtschaftliche Überlegen- Bandsäge gegeben. In den Fällen, wo es sich ine Stammdurchmesser handelt, oder wenn auf nere Klassifizierung der Bretter kein Wert gelegt t naturgemäß das Gatter vorzuziehen, und in der 1 heute noch in einigen Gegenden der Vereinigten Sägegatter allgemein verbreitet.

h für die Einführung der Spaltbandsägen m wesentlichen wirtschaftliche Gründe maßgebend: ckbandsäge braucht zu ihrer Bedienung mindestens Mann, nämlich den Säger, der die Bewegung des leitet und die Größe der Zustellung angibt, 1 bis auf dem Wagen, die das Holz festklemmen und n und einen Mann hinter der Säge. Das herunter- Schnittgut wird, soweit es aus Brettern beon einem Rollgange zu den Besäumkreissägen führt, während die herunterfallenden Schwarten eines von dem Manne hinter der Säge gesteuerten etriebes mit Vorschubknaggen der Schwartensäge rt werden. Die Spaltbandsäge mit selbsttätigem b braucht statt jener fünf Mann nur 1 bis 2 Mann Bedienung. So kam es ganz von selbst im Laufe twicklung, daß man der Blockbandsäge das Ab- von Bohlen von zwei- bis dreifacher Normalstärke die man auf der Spaltbandsäge auftrennte. Dieses en vermindert die Selbstkosten sehr beträchtlich, n einem Lande, wo die Arbeitslöhne eine so große ielen wie in den Vereinigten Staaten.

Die Schnittleistungen jener Sägen sind bedeutend. Eine normal ausgerüstete Sägemühle schneidet bis zu 40 000 bis 60 000 boardfeet, d. h. 95 bis 140 m^3 im Tag. Die Vorschubgeschwindigkeit der Blockbandsägen, deren Wagen mittels Dampfkolbens bewegt wird, liegen zwischen 50 und 85 m/min bei einer Schnitthöhe bis zu 1 m, in einzelnen Fällen bis zu 1,50 m.

Drei Bedingungen sind für die konstruktive Entwicklung der Sägen und die Behandlung der Sägeblätter maßgebend gewesen:

1. Es muß verhindert werden, daß das Sägeblatt infolge der außerordentlich hohen Vorschubwiderstände von den Rollen heruntergedrängt wird. An eine Verwendung von Rückenführungen, wie das bei Tischlerbandsägen üblich ist, kann wegen der großen Kräfte überhaupt nicht gedacht werden.
2. Das Blatt muß am Verlaufen verhindert werden, d. h. daran, daß kleine Verschiedenheiten in den Widerständen, die es rechts und links von der Schnittrichtung findet, das Blatt seitlich abdrängen und verdrehen. Dies würde unmittelbar zu seiner Zerstörung führen.
3. Das Blatt muß trotz den durch die Erfüllung dieser Bedingungen gegebenen beträchtlichen Abmessungen so vorgerichtet werden, daß der Schnittverlust möglichst klein wird.

Diese Bedingungen werden im wesentlichen durch eine besondere Behandlung der Sägeblätter im Sägewerk selbst erfüllt, und zwar zeigt sich, daß dies in bezug auf die Bedingungen 1 und 2 durch die gleiche Behandlungsweise erreicht wird. Der Erfolg hängt in hohem Maße von der Geschicklichkeit des „Sägefeilers" ab, d. h. des Mannes, dem die ständige Behandlung der Sägeblätter obliegt. Gewiß, auch die Maschine muß vorzüglich sein. Sie muß eine kräftige und empfindliche Blattspannung haben. Die Rollen müssen genau geschliffen und die Seitenführungen in gutem Zustand sein. Aber dies alles ist nur von geringer Bedeutung gegenüber der Behandlung der Blätter. Demgemäß sind auch in den Vereinigten Staaten die Sägefeiler sehr gesuchte, vorzüglich bezahlte Leute. Sie bilden eine eigene Zunft, und ihre Tätigkeit wird als hohe Kunst betrachtet, die sich oft vom Vater auf den Sohn forterbt. Die Sägefeiler verdienen bis zu 12 $ täglich, eine Summe, die nicht zu hoch ist, wenn man bedenkt, daß die Leute in mittleren Werken zwei große Blockbandsägen, zwei Spaltbandsägen und eine ganze Schar Kreissägeblätter in Stand zu halten haben, wobei die großen Bandsägeblätter bei starkem Betrieb alle 2 bis 4 Stunden zu wechseln sind. Unrichtige Behandlung der Blätter führt neben hohen Schnittverlusten und krummer ungleich dicker Schnittware in kürzerer Zeit zu Sprüngen in den Blättern, wodurch sie, wenn es nicht rechtzeitig bemerkt und behandelt wird, völlig unbrauchbar werden.

In folgendem soll das Wesentliche der Behandlung der breiten Blätter dargestellt und durch elastizitätstheoretische Betrachtung begründet werden. Es bedarf dazu zunächst der Betrachtung des allgemeinen Verhaltens eines auf Rollen laufenden elastischen Bandes.

Die Verteilung der mittleren Spannungen in der Längsrichtung eines Bandsägeblattes

Die Verteilung der Spannungen über die Länge eines arbeitenden Bandsägeblattes unterscheidet sich in einem wesentlichen Punkte von den Verhältnissen in einem gewöhnlichen Treibriemen:

Die Belastung des Treibriemens mit seiner Nutzspannung erfolgt während des Umlaufs über die getriebene Scheibe, während sie bei dem Bandsägeblatt beim Durch-

gang durch das Werkstück, also zwischen den beiden Scheiben, erfolgt. Abb. 1 und 2 zeigen diese Verhältnisse für den Teibriemen und für das Sägeblatt in der für die Betrachtung der Spannungen in Treibriemen üblichen Darstellungsweise[1]).

Das Bandsägeblatt kommt mit der Spannung S_2, die dem losen Trumm entspricht, bei A auf die getriebene Scheibe. Diese hat bekanntlich bei der Bandsäge nur die Funktion einer Umlenk- und Spannrolle. Der Spannungzuwachs $S_1' - S_2 = R$ auf dieser Scheibe entspricht ihrem Reibungswiderstand. Bei C tritt das Blatt in das Werkstück ein und erfährt einen Spannungzuwachs von S_1' auf S_1, der dem Schnittwiderstand W_s entspricht. Über der treibenden Scheibe EF fällt die Spannung wiederum auf den Betrag S_2. Die Spannungen eines Bandes auf einer umlaufenden Scheibe wachsen oder sinken nach der Beziehung

$$S = S_0 \, e^{\mu a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

wobei S_0 die Anfangspannung, μ der Reibungskoeffizient und α der umspannte Bogen ist. Die Kurven für diesen Spannungszuwachs oder -abfall sind in Abb. 1 und 2 eingetragen, wobei zwei verschiedene Arbeitswiderstände W_s und W_s' berücksichtigt worden sind. Ihre Schnittpunkte mit der Ausgangspannung und der vorgeschriebenen Endspannung ergibt die Größe des Bogens, auf dem die Spannungsänderung vor sich geht. Der Spannungszuwachs im Werkstück dürfte im wesentlichen geradlinig erfolgen. Im übrigen ist das ganze Blatt noch mit einer gleichmäßigen Spannung S_f belastet, die von der Fliehkraft herrührt. Diese beträgt für 1 cm² Querschnitt (unabhängig von der Breite des Blattes)

$$k_f = v^2 \, \frac{\gamma}{g} \, .$$

Dabei bedeutet v die Geschwindigkeit des Blattes und γ sein spezifisches Gewicht. Die Spannung k_f ersieht man für verschiedene Blattgeschwindigkeiten aus Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

v . . m/s	25	30	35	40	45	50	55	60
k_f kg/cm²	50	72	98	126	162	200	243	288

Da bei allen Bandsägen eine der Rollen mittels einer nachgiebigen Spannvorrichtung das Blatt dauernd unter gleichmäßiger Spannung $S_1 + S_2$ hält, hat die Fliehkraft

[1]) Vergl. Kutzbach, „Hütte" 25. Aufl. Bd. 2 S. 222.

Abb. 3
Biegungsbeanspruchung von Bandsägeblättern, abhängig von der Banddicke δ und dem Rollendurchmesser D

Abb. 1
Spannungsverlauf im Treibriemen

Abb. 2
Spannungsverlauf im Bandsägeblatt

S_1 Spannung im ziehenden Trumm S_2 Spannung im gezogene
S_f Fliehkraftspannung
$R = S_1' - S_2$ Reibwiderstand der getriebenen Scheibe $W =$
W_s Schnittwiderstand W_s' Schnittwiderstand eines andern We

keinen Einfluß auf den Achsdruck. Beim Lauf die Rolle erfährt das Blatt noch eine Bieg beanspruchung:

$$K_b = E \, \frac{\delta}{D} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

worin E der Elastizitätsmodul, δ die Dicke des Blat D der Rollendurchmesser ist. Diese Spannungen s $E = 2\,200\,000$ kg/cm² in Abb. 3 aufgetragen. Ma daß die Biegungspannungen außerordentlich hohe annehmen können.

Es ergeben sich nun folgende Beziehungen Kräfte: Die Lagerdrücke in der Ruhe sind gleich d belastung des Blattes durch die getriebene Rolle:

$$Q_t = Q_g = 2 \, S_v \, ,$$

worin S_v die Ruhe- oder Vorspannung eines Trun die Belastung der treibenden und Q_g die der getr Scheibe in der Ruhe ist. Während der Arbeit ände diese Verhältnisse. Es muß

$$S_1 \leq e^{\mu a} \, S_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

sein. $e^{\mu a}$ werde gleich K gesetzt mit $\alpha = \pi$. Dan

$$S_1 \leq K \, S_2 = S_2 + R + W_s = S_2 + W \quad . \; .$$

wo W der gesamte Widerstand, R der Reibungswid am Umfang der getriebenen Scheibe und W_s der widerstand ist. Daraus ergibt sich

$$S_2 \geq \frac{W}{K-1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

und

$$Q_g = 2 \, S_2 + R \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Hieraus findet sich

$$Q_g = 2 \; S_v \geq \frac{2 \, W}{K-1} + R \quad . \; . \; . \; . \; .$$

Hierfür kann wegen der Kleinheit von R gesetzt

$$Q_g \geq \frac{2 \, W}{K-1} \, . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Dies ist die Belastung, die die getriebene Scheib destens haben muß, um das Blatt durchzuziehen. Ih lastung bleibt wegen der nachgiebigen Lagerung ändert, während die Belastung der treibenden Roll rend des Betriebes

$$Q_t' = S_1 + S_2 = S_2 + R + W_s + S_2 = 2 \, S_v + W_s$$

wird, oder auch

$$Q_t' = S_2 \; (K' + 1).$$

Hierin bedeutet K' den Wert von $e^{\mu a'}$, der dem jew zur Kraftübertragung ausgenutzten Winkel α' ents wo

$$\alpha' \leq \pi$$

ist. Der Unterschied der Lagerdrücke während des tes wird

$$Q_t' - Q_g = W_s \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Abb. 4 und 5
Abweichung der Richtung des auflaufenden Sägeblattes von der Richtung der Umfangsgeschwindigkeit der Rolle beim Biegen des Blattes über die hohe Kante

v Geschwindigkeit des Sägeblattes
u Umfangsgeschwindigkeit der Rolle
α Winkel der Abweichung

t der Schnittwiderstand, der vom Auflagetisch oder ı aufgenommen wird. Ändert sich der Schnittwider- W_s, so ändert sich nur der ausgenutzte Bogen α' und lastung Q_t' der treibenden Rolle. Der Faktor $\frac{2}{K-1}$ (4) wird mit $\frac{2\pi}{\alpha} = 0{,}5$ und $\mu = 0{,}15$ gleich 3,3. Es also genügend, wenn die Rollenbelastung etwa das ıe des Widerstandes betrüge. Aus der Forderung laß das Band unter dem Einfluß des Vorschubwiders nicht von der Rolle laufen soll, ergeben sich, wenn Rückenführung zur Anwendung kommt, nicht unerı größere Belastungen. Dies wird später gezeigt ı. Es sei nunmehr erörtert, in welcher Weise es h ist, trotz den beträchtlichen Vorschubkräften bei hweren Bandsägen das Band auf der Rolle zu halten.

)ie Vorgänge bei der Querverschiebung eines laufenden Bandes

enn ein elastisches Band mit einer gewissen Spaniber zwei Rollen liegt, die sich in Ruhe befinden, so eine zwischen den Rollen angreifende Querkraft im einen das Band nicht verschieben. Die Querkräfte Längsspannungen hervor. Diese vergrößern die ıgskräfte am Rollenumfang, und das Band wird erreißen als von den Rollen heruntergleiten. Auch las Band über die Rollen läuft, ist es im allgemeinen möglich, es quer zur Laufrichtung zu verschieben, ein Biegen über die hohe Kante oder ein Ausknicken r Normalebene des Bandes verhindert wird. Tritt eines von beiden ein, so ist auch eine Verschiebung r Scheibe die Folge. Dies beruht, wie leicht ersichtıf einer Änderung des Anlaufwinkels, derart, daß die ng der Anlaufgeschwindigkeit v nicht mehr mit der nfangsgeschwindigkeit u der Scheibe zusammenfällt. eschwindigkeit, mit der das Band von der Rolle herıuft, ist $v \operatorname{tg} \alpha$, wo α der Winkel zwischen den beiden ngen ist, Abb. 4 und 5.

an kann den Einfluß des veränderten Auflaufwinkels ɔckbandsägen, die sich im Betrieb befinden, manchɔobachten. Es kommt nämlich vor, daß die Sägedurch ungleichmäßige Behandlung an den Kanten Ein- und Ausbiegungen zeigen. Dies bedingt eine e Abweichung vom normalen Auflaufwinkel, sobald Stellen auf die Rolle kommen. Man kann beobach-ꞵ derartige Blätter beim Auflaufen der betreffenden auf der Scheibe hin- und herwandern.

i den großen Schnittgeschwindigkeiten der Block-ıgen genügen schon ganz geringe Abweichungen der ıfrichtung von der normalen, um das Blatt in kurzer Zeit von der Rolle herunterzutreiben. Es sei z. B. die Schnittgeschwindigkeit mit dem normalen Wert $v = 40$ bis 50 m/s angenommen. Die Auflaufrichtung des Blattes sei nur 1 : 1000 gegen die Umfangsgeschwindigkeit geneigt. Dann beginnt das Blatt mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 m/min von der Rolle herunterzuwandern. Bei einer Rollenbreite von 30 cm einer schweren Blockbandsäge würde somit das Blatt in 6 s die Rolle verlassen haben. Es ist leicht einzusehen, daß bei den üblichen Querschnittverhältnissen der Bandsägeblätter eine Veränderung der Auflaufrichtung durch Ausbiegen des Blattes über die hohe Kante nicht auftreten kann. Jedoch führt auch ein Ausknicken des Blattes unter dem Einfluß des Vorschubwiderstandes, d. h. ein Verdrehen der schneidenden Querschnitte aus der normalen Blattebene heraus zu einer Veränderung des Auflaufwinkels, Abb. 6 und 7. B ist das Sägeblatt vor, B' nach dem Ausknicken um die Größe h. Wie ersichtlich, wird der Tangens des Winkels α, um den das Blatt von der normalen Auflaufrichtung abweicht:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2\,h^2}{b\,l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6).$$

Bei einem Ausknicken des Blattes um $h = 0{,}3$ cm und einer Schnittgeschwindigkeit von $v = 50$ m/s würde das 30 cm breite Blatt in rd. 7 min von der Rolle herunterwandern. Wenn dies anscheinend auch nur eine sehr geringe Geschwindigkeit ist, so genügt sie doch, um einen Sägebetrieb dauernd unmöglich zu machen. Es genügen vielfach kleine Unsymmetrien in der Ausbildung der Zähne, um ein seitliches Ausweichen des Blattes einzuleiten. Dies kann beispielsweise durch ungleichmäßigen Schrank der Zähne, Abb. 8 und 9, oder bei gestauchten Zähnen durch eine nicht genau rechtwinklig zur Laufrichtung geschliffene Zahnbrust hervorgerufen werden, Abb. 10 und 11. Besonders ungünstig aber wirkt noch der Umstand, daß sobald erst einmal eine solche Unsymmetrie der Schnitt-

Abb. 6 und 7
Einfluß des seitlichen Ausknickens des Sägeblattes

b Breite des Sägeblattes
δ Dicke "
h Größe der Ausbiegung
l Abstand der Sägerollen
α Winkel der Abweichung des Sägeblattes von der normalen
β Winkel der Ausbiegung
s Spannung des Sägeblattes

kräfte das Blatt auch nur um einen kleinen Betrag aus seiner Richtung abgedrängt hat, in der Schnittfuge Kräfte auftreten, die das Blatt noch weiter zu verdrehen streben. Darauf beruht das bekannte „Verlaufen" des Sägeblattes, Abb. 12. Man übersieht schon anschauungsmäßig, daß es in bezug auf die Fähigkeit eines Sägeblattes, einer solchen Verdrehung aus seiner Mittellage zu widerstehen, wesentlich auf die Spannungen der Randfasern ankommt. Eine Rechnung wird darüber genaueren Aufschluß geben.

Das Blatt werde in der Mitte zwischen den Rollen derart verdreht, daß die Ausbiegung des Randes aus der Mittelebene die Größe h annehme und mit dieser den Winkel β bilde, Abb. 6 und 7. Die Anspannung einer Faser sei ds. Dann entsteht infolge der Ausbiegung der Faser um den Betrag y eine senkrecht zur Faser gerichtete Querkraft q. Es verhält sich

$$\frac{l}{2y} = \frac{ds}{d\frac{q}{2}},$$

wo l die freie Länge des Blattes von Rolle zu Rolle ist. Somit wird die Querkraft

$$dq = 4\,ds\,\frac{y}{l} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (7).$$

Es ist aber

$$ds = \sigma\,\delta\,dx,$$

wo σ die auf die Querschnittseinheit bezogene Spannung und δ die Dicke des Blattes ist. Die Spannung σ setzt sich aus zwei Anteilen σ_1 und σ_2 zusammen,

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2;$$

darin ist σ_1 die ursprünglich in der Faser vorhandene Spannung und σ_2 die Spannung, die dadurch hinzukommt, daß die Faser bei der Ausbiegung gedehnt wird. Die Spannung σ_2 bestimmt sich zu

$$\sigma_2 = E\,\frac{\Delta l}{l},$$

wo Δl die Streckung der Faser.

Aus der Beziehung

$$\frac{\Delta\frac{l}{2}}{y} = \frac{y}{l}$$

findet sich

$$\sigma_2 = E\,\frac{2\,y^2}{l^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (8).$$

Damit wird

$$ds = \left(\sigma_1 + E\,\frac{2\,y^2}{l^2}\right)\delta\,dx$$

und

$$dq = \left(4\,\sigma_1\,\frac{y}{l} + 8\,E\,\frac{y^3}{l^3}\right)\delta\,dx.$$

Da β klein ist, kann man den Winkel statt des Tangens setzen, also $y = \beta x$; dann wird

$$dq = \sigma_1\,\frac{4\,\beta\,\delta}{l}\,x\,dx + 8\,E\,\frac{\beta^3\,\delta}{l^3}\,x^3\,dx \quad \ldots (8a).$$

Das rückdrehende Moment der Querkräfte ergibt sich durch Multiplikation der Querkräfte mit ihren Hebelarmen x zu

$$dM = dq\,x = \sigma_1\,\frac{4\,\beta\,\delta}{l}\,x^2\,dx + 8\,E\,\frac{\beta^3\,\delta}{l^3}\,x^4\,dx \quad \ldots (9).$$

Abb. 13 bis 15
Krümmung eines Bandsägeblattes infolge Streckung der Mittelfasern bei der Vorbehandlung

Schränkung der Zähne — Schliff der Zahnbrust bei gestauchten Zähnen — Querkraft in d Schnittfuge am drängten Bla

Abb. 8 bis 12
Einfluß der Zahnform auf ein seitliches Ausweicher Blattes

Das gesamte rückdrehende Moment wird

$$M = \int dM = \sigma_1\,\frac{4\,\beta\,\delta}{l}\int x^2\,dx + 8\,E\,\frac{\beta^3\,\delta}{l^3}\int x^4\,dx + C \ .$$

Die Konstante vor dem zweiten Gliede dieses drucks ist so klein, daß sein Einfluß auf M unte liegt. Man kann also setzen

$$M = \sigma\,\frac{4\,\beta\,\delta}{3\,l}\,x^3 \quad \ldots \ldots$$

wo σ die gleichmäßig über den Querschnitt verteilt spannung ist. Die Lage der Drehachse für den schnitt, von der aus die x-Werte zu zählen sind, ergi aus der Bedingung, daß die Summe der Querkräf sein muß, wenn das Blatt im ganzen nicht seitlic gebogen werden soll. Bei vollkommen symmetrischer verteilung liegt sie demgemäß in der Mitte des Bl Bei einem Blatt, das sich „verlaufen" hat, ist Bedingung naturgemäß nicht mehr erfüllt, sonde Summe der freien Querkräfte wird gleich dem eins Anlagedruck der Säge in der Schnittfuge. Für Zwecke genügt es, aus Gl. (9) zu sehen, daß der der einzelnen Fasern des Blattes an dem rückdre Moment im wesentlichen q u a d r a t i s c h m i t d e n s t a n d v o n d e r D r e h a c h s e z u n i m m t. Das moment selbst wächst demgemäß mit der d r i t t e n t e n z des Abstandes von der Drehachse, Gl. (11). dieser Beziehung, die offenbar von den Amerikane tuitiv erkannt worden ist, beruht deren Verfahren z handlung der breiten Sägeblätter; dies hat übrigens auch in Deutschland Eingang gefunden.

Das Verfahren zur Behandlung der breiten Säge

Die Behandlung der breiten Blätter besteht dari durch eine g e s c h i c k t e V o r b e h a n d l u n g B l a t t e s d i e M i t t e l f a s e r n g e s t r e c k t w Infolge dieser bleibenden Streckung der inneren nimmt der Querschnitt des Blattes im ungespannte stand eine leicht gewölbte Form an, Abb. 13 bis 15. nun das Blatt mit Hilfe einer Rolle mit geradem gespannt, so werden zunächst die äußeren Fasern und erst, wenn die Deformation die Mitte erreicht ha den die Mittelfasern ebenfalls gespannt. Die ungleich Ausbildung der Spannung über dem Blattquerschnitt Abb. 14 und 15. Damit wird erreicht, daß die Rand die Spannung bekommen, die zur Erzeugung einer ge großen Steifigkeit des Blattes notwendig ist, o h n e d i e L a g e r b e l a s t u n g s o a u ß e r o r d e n h o c h g e n o m m e n w e r d e n m ü ß t e, w i e e g l e i c h m ä ß i g e r A n s p a n n u n g d e s B l n ö t i g w ä r e. Das Zusammenwirken dieser Ran nungen mit den Spannungen, die von einer Neigun Rolle herrühren, ferner mit den Temperaturspann usw. soll später im einzelnen dargetan werden. Zu sei die praktische Behandlung des Blattes kurz gesch

Die Blätter werden zweckmäßig zwischen sch Druckwalzen behandelt, Abb. 16. Die richtige Spa des Blattes wird dadurch erreicht, daß zunächst die faser unter sehr starker Walzenbelastung gestreckt und dann symmetrisch zu ihr nach außen mit abne der Walzenbelastung die Fasern gestreckt werden.

[2]) Eine Annahme hierüber ist notwendig, wenn man da meine Integral (10) als bestimmtes auswerten will.

Abb. 16
Walzenpresse zur Streckung der Mittelfasern der Sägeblätter

eht derart vor, daß man die verschiedenen Streifen
lattes mehrmals auswalzt und die Anzahl der Walz-
ge für jeden Streifen nach außen zu bis auf null
men läßt. Ein sehr geschickter Arbeiter kann eine
e Spannung des Blattes auch mit Hilfe eines Ham-
vornehmen. Doch ist dies im allgemeinen wesentlich
riger, und die Ergebnisse sind nicht so gleichmäßig.
ie wird nun die Gleichmäßigkeit der Spannung und
ichtige Höhe und Verteilung über den Querschnitt
t? Es ist leicht einzusehen, daß, wenn die Mittel-
länger sind als die äußeren, das Blatt im unge-
ten Zustand eine tonnenförmige Gestalt annimmt. Ein
des Blattes bildet nach der bleibenden Deformation
den Walzvorgang im Zustand des Spannungsgleich-
ntes eine zweifach gekrümmte Fläche, und zwar der-
aß die Krümmungen in der Längs- und Querrich-
lenselben Richtungssinn haben, Abb. 17 und 18. Es
ich leicht zeigen, daß die Krümmungsradien in einer
hen Beziehung zueinander stehen müssen. Es sei a
ezifische Streckung der Mittelfasern, so daß

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} = \alpha ,$$

die Länge der Mittelfaser und L_2 die der Rand-
ist.
ann wird nach Abb. 18 (da h gegen $2r$ vernachläs-
erden kann)

$$h = \frac{b^2}{8r} \quad \ldots \ldots \quad (12).$$

seits müssen, wenn die Längen der Fasern Gl. (12)
echen sollen, sich auch die Krümmungsradien ent-
end verhalten. Es muß also sein

$$h = R_1 - R_2 = \alpha R_2 ,$$

s findet sich

$$r = \frac{b^2}{8 \alpha R_2} \quad \ldots \ldots \quad (13).$$

röße

$$\frac{1}{R_2 r} = \frac{8 \alpha}{b^2} = c$$

s „Gaußsche Krümmungsmaß", welches nach dem be-
n Satz von Gauß bei einer beliebigen Verbiegung
läche ungeändert bleiben muß, in Übereinstimmung
nserer obigen Betrachtung. Die zahlenmäßige Be-
ng gilt in unserem Falle naturgemäß nur unter Ver-
ssigung der Biegungspannungen des Blattes. In
it wird die Querkrümmung kleiner ausfallen. Es gibt
u jeder Krümmung R, in die man das Blatt in seiner
richtung bringt, einen bestimmten Krümmungs-
r in der Querrichtung, bei dem das vorbehandelte
spannungsfrei wäre, wenn die Biegungsteifigkeit des
s in der Querrichtung die vollkommene Ausbildung
Gleichgewichtfläche gestatten würde. Immerhin sieht
vas auch die Anschauung schon lehrt, daß mit zuneh-
r Krümmung in der Längsrichtung die Querkrüm-
abnimmt und umgekehrt. Wenn man nun das Blatt
Längsrichtung zwangweise gerade reckt, wird die
nicht mehr eindeutig, indem ersichtlich die Quer-
ung, sowohl nach der einen, wie der anderen Seite

Abb. 17 und 18
Krümmung des vorbehandelten Sägeblattes

des Blattes liegen könnte. Dazwischen liegt ein labiler Zustand, in welchem die Randfasern unter ihrer maximalen Spannung stehen und das Blatt eben ist. Dieser letzte Zustand wird zum Prüfen der Gleichmäßigkeit der Vorbehandlung des Blattes benutzt.

Zunächst wird während und nach dem Walzprozeß das Blatt im gekrümmten Zustand geprüft, und zwar entweder mit einer geraden Lehre, Abb. 19, wobei mit Hilfe des Lichtspaltes die Krümmung abgeschätzt wird, oder mit einer nach dem erfahrungsmäßig zweckmäßigen Radius r gekrümmten Lehre. Dieser beträgt für Sägen zum Schneiden von mittelstarken Hölzern etwa $r = 10$ m, für harte Hölzer weniger, für weiche mehr. Für die außerordentlich wichtige Prüfung der Gleichmäßigkeit der Spannung, die allein einen ordentlichen Lauf des Blattes verbürgt, wird dieses auf einer ebenen Richtplatte platt gedrückt und mit einem geraden Lineal geprüft. Kleine Ungleichmäßigkeiten in der Spannung machen sich hier bemerkbar, indem einige Teile des Blattes eine leichte positive oder negative Krümmung haben, Buckel auftreten usw. Diese Stellen müssen dann durch vorsichtiges Hämmern ausgeglichen werden. Es ist wichtig, bei dieser Prüfung das Prüflineal nicht nur quer zum Blatt, sondern auch diagonal anzulegen. Es kann nämlich vorkommen, daß die Blätter zwar quer zur Längsfaser gleichmäßig vorbehandelt sind, aber noch einen sogenannten „twist" haben, d. h. daß noch eine Drillung im Blatt ist, derart, daß im Ruhezustand

Abb. 19. Prüfung des Sägeblattes im gekrümmten Zustand mit einer geraden Lehre

Abb. 20
Gleichgewichtzustand eines Bandsägeblattes mit gestreckter Rückenfaser

die Querschnitte nicht parallel liegen. Dies zeigt sich erst bei der diagonalen Anwendung des Lineals und kann dann im wesentlichen durch Behandlung der Randfasern ausgeglichen werden. Im übrigen pflegen die breiten Blätter aus Gründen, die bei der zahlenmäßigen Erörterung der Spannungsverteilung zu Tage treten, so behandelt zu werden, daß die Randfaser am Rücken etwas länger ist als die Faser an der Schneide. Das Ergebnis dieser Behandlung läßt sich ebenfalls mit einer Lehre prüfen. Im Gleichgewichtzustand nimmt dann das Blatt eine solche Gestalt an, daß es mit seinen beiden Randfasern einem Kegelstumpf anliegt, Abb. 20. Wenn man das Blatt gerade reckt, nimmt es die Form eines Ringausschnittes an. Die Krümmung der Rückenfaser in diesem Zustand wird mit einer Lehre, Abb. 21, gemessen oder geprüft.

Man sieht aus dieser Beschreibung, die keineswegs auf die feinen handwerksmäßigen Kniffe und Erfahrungen eingehen konnte, wie außerordentlich schwierig die wirklich gute Behandlung eines breiten Bandsägeblattes ist. Die tiefe Bedeutung dieser handwerksmäßigen Verfahren tritt erst bei einer zahlenmäßigen Untersuchung der Spannungsverhältnisse zu Tage, die nun an einem Beispiel durchgeführt werden soll.

Zahlenmäßige Untersuchung der Spannungen in einem vorbehandelten Bandsägeblatt

Ich lege folgende Zahlenwerte zu Grunde, die einem praktischen Fall entsprechen:

Blockbandsäge für Stämme bis 1,65 m Dmr. (65″),
Durchmesser der Sägerollen 2620 mm,
Abstand der Achsen 3800 mm,
Blatt: Dicke (amerikan. Sägelehre 14) 2,08 mm,
Breite bis Zahngrund 300 mm,
Wölbungshöhe des vorbehandelten Blattes $h = 1{,}15$ mm, entsprechend einem Krümmungsradius $R = 9750$ mm (32′),
Schnittgeschwindigkeit 50 m/s,
Vorschubgeschwindigkeit $v = 1{,}25$ m/s,
Schnittleistung $N =$ rd. 50 PS beim Schneiden amerikanischer Weichhölzer.

Abb. 22. Verlauf der Einzelspannungen im Sägeblatt

Im folgenden werden die im Sägeblatt auftr… Spannungen ihrem Höchstwert nach ausgerechne… Verteilung über die Breite des Blattes und ihre … rung geschieht dann graphisch, Abb. 22 bis 25.

1) Die vom Schnittwiderstand herrüh… Spannung p_1

Wenn man von den Spannungen im Zahn se… sieht, so haben die vom Schnittwiderstand herrü… Spannungen im Zahngrund ihren Höchstwert und v… sich, in roher Annäherung, geradlinig ü… ganze Breite des Blattes. Da das Integral aller … spannungen p_1 gleich dem Schnittwiderstand W' … ergibt sich die maximale Spannung für 1 cm Bre… Blattes:

$$p_{1_{\max}} = \frac{2\,W'}{b} \quad \ldots\ldots$$

Der Schnittwiderstand unter den oben angegebene… hältnissen beträgt schätzungsweise $W' = 75$ kg. Die…

$$p_{1_{\max}} = 5 \text{ kg/cm}$$

oder

$$\sigma_{1_{\max}} = \frac{5}{\delta} = 24 \text{ kg/cm}^2.$$

2. Die vom Geradestrecken des vorgekr… ten Sägeblattes herrührende Spannu…

Wenn h die Wölbungshöhe des Querschnittes (0,… ist, Abb. 18, dann ist die mittlere Faser um $2\,h\,\pi$ … und die äußeren Fasern werden um denselben Bet…

Abb. 21
Lehre zum Messen der Krümmung der Rückenfa… eines gerade gereckten Sägeblattes

streckt, wenn das Blatt auf eine Sägerolle mit g… Kranz aufgelegt und angepreßt wird. Es sei L … samtlänge des Blattes, dann ergibt sich die Spannu… Rande zu

$$\sigma_{2_{\max}} = E\,\frac{2\,h\,\pi}{L} \text{ kg/cm}^2 \quad \ldots\ldots$$

oder

$$p_{2_{\max}} = E\,\frac{2\,h\,\pi}{2}\,\delta.$$

Abb. 23
Verlauf der Spannungen in einem nicht vorbeha… ten Sägeblatt bei verschiedenen Temperaturunterschi… zwischen Vorder- und Hinterkante mit und oh… Neigung der oberen Sägerolle

rgibt mit $E = 2\,200\,000\ \mathrm{kg/cm^2}$

$$\sigma_{2\max} = 1004\ \mathrm{kg/cm^2}$$

$$p_{2\max} = 209\ \mathrm{kg/cm}.$$

Blatt derartig vorbehandelt wird, daß es sich einer rmig gekrümmten Lehre anschmiegt, so werden sich Spannungen p_2 ebenfalls nach einer kreisförmigen über die Blattbreite verteilen müssen. Die Span- p_2 sind demgemäß in Abb. 22 eingezeichnet.

annungsunterschiede, hervorgerufen ch größere Länge der Rückenfaser

ußer diesem kreisförmigen Wölben des Blattquer- es wird das Blatt aber auch, wie oben geschildert, reckt, daß die Rückenfasern etwas länger werden als deren Fasern des Blattes. Im übrigen wird durch Behandlung die kreisförmige Wölbung des Blattes estört. Die Pfeilhöhe der im spannungslosen Zu- der Blattebene gekrümmten Rückenfaser (s. o.) be- uf 1524 mm (5′) Länge 0,793 mm (1/32″), Abb. 20. ntspricht einem Krümmungsradius der Rückenfaser belasteten Zustand von rd. 369 m. Die spezifische ng beim Geradestrecken des Blattes wird

$$\alpha = \frac{R - (R + b)}{R} = \frac{b}{R},$$

chörige Spannung wird

$$\sigma_3 = E\,\alpha = 1789\ \mathrm{kg/cm^2}$$

uf die Einheit der Breite bezogen,

$$p_3 = \sigma_3\,\delta = 372\ \mathrm{kg/cm}.$$

Spannungen verteilen sich geradlinig über die Breite ttes so, daß sie am vorderen Rande des Blattes den benen Höchstwert annehmen, Abb. 22.

ie von der Neigung der Sägerollen herrührende Spannung

mit das Blatt von vornherein das Bestreben hat, nach vorn in den Schnitt hineinzulaufen, wird viel- e obere Sägerolle in der bekannten Weise etwas orn geneigt. Die Wirkung beruht auf der Verände- es Auflaufwinkels. Die Neigung der Rolle beträgt $\alpha = \frac{1}{300}$. Dies entspricht in unserem Fall einer ng der Rückenfaser von 1,0 mm. Bei einem Achs- von 3800 mm der Rollen wird die daraus entstehende ng rd.

$$\sigma_{4\max} = 580\ \mathrm{kg/cm^2}$$

$$p_{4\max} = 121\ \mathrm{kg/cm}.$$

Spannungen verteilen sich wiederum annähernd nig über die Breite des Blattes und haben in der faser ihren Höchstwert. Die Schaubilder, Abb. 23 bis 25, bringen die auftretenden Gesamtspannungen sowohl für den Fall der nach vorn geneigten oberen Rolle, wie genau paralleler Rollen zur Darstellung.

Abb. 24
uf der Spannungen in einem vorbehandelten Säge- bei verschiedenen Temperaturunterschieden mit und ohne Neigung der oberen Sägerolle

5. Längsspannungen durch Verdrehen eines Querschnittes aus der Blattebene heraus

Wie vorher schon auseinandergesetzt und wie aus Abb. 6 und 7 zu ersehen ist, ruft jede Verdrehung eines Blattquerschnittes aus der Ebene des gespannten Blattes heraus Längsspannungen in dem Blatt hervor. Diese Verdrehungen können im praktischen Betriebe bei richtig behandelten Blättern nur ganz geringe Beträge annehmen, da sonst die Säge nicht sauber schneidet. Die durch sie entstehenden Spannungen werden entsprechend Gl. (8)

$$\sigma_2 = E\,\frac{2\,y^2}{l^2}$$

und sind praktisch zu vernachlässigen.

6. Querkräfte (Schubspannungen) durch Verdrehen eines Querschnittes aus der Blattebene heraus

Jede Verdrehung eines Querschnittes aus der Ebene des gespannten Blattes ruft auch noch Schubspannungen in diesem Querschnitt hervor. Das aus diesen sich ergebende, der Drehung widerstehende Moment und die Spannungen sind sehr klein. Sie können vernachlässigt werden.

7. Die Entspannung des Blattes durch Erwärmung

Die Erwärmung des Blattes unter dem Einfluß der Schnittarbeit hat teilweise eine Entspannung zur Folge. Soweit diese sich gleichmäßig über das ganze Blatt erstreckt, kommt sie für uns nicht in Betracht. Die obere Rolle ist beweglich angeordnet und belastet, und somit kann eine Wärmedehnung des ganzen Blattes keine Änderung der Spannungen herbeiführen. Das Blatt erwärmt sich jedoch keineswegs gleichmäßig. Es ist nämlich vorn an den Zähnen wesentlich wärmer als an den Rückenfasern, obschon es in der Praxis meistens durch einen ständigen Wasserstrom gekühlt wird. Diesen Temperaturunterschied zwischen der vordersten und der hintersten Faser des Blattes im Beharrungszustand abzuschätzen, ist natürlich schwer.

Abb. 25
Verlauf der Querkräfte in einem vorbehandelten und einem nicht vorbehandelten Sägeblatt bei verschiedenen Temperaturunterschieden mit und ohne Neigung der oberen Sägerolle

Noch schwerer ist der Verlauf der Temperatur über die Breite des Blattes zu schätzen. Wenn der Ausdehnungskoeffizient des Stahles $1{,}4 \cdot 10^{-5}$ ist, dann wird

$$\sigma_t = \beta E = 2\,200\,000 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-5} = 30{,}8 \text{ kg/cm}^2 \quad . \; . \; (18).$$

σ_t ist der Spannungsunterschied für 1° Temperaturveränderung. Ich nehme für diese Untersuchung drei Temperaturunterschiede zwischen Vorder- und Hinterkante des Blattes an:

$$\Delta_t = 15°,\ 25°,\ 50°.$$

Die Spannungen in der Rückenfaser werden somit um

$$\sigma_{\Delta t_{15°}} = 460 \text{ kg/cm}^2 \text{ oder } p_{\Delta t_{15°}} = 96 \text{ kg/cm}$$
$$\sigma_{\Delta t_{25°}} = 770 \quad „ \qquad „ \quad p_{\Delta t_{25°}} = 160 \quad „$$
$$\sigma_{\Delta t_{50°}} = 1540 \quad „ \qquad „ \quad p_{\Delta t_{50°}} = 320 \quad „$$

höher als in den Fasern am Zahngrunde. Mangels einer besser begründeten Annahme nehmen wir ebenfalls einen linearen Abfall der Spannungen über die Breite des Blattes hin an, Abb. 22.

Die Ausdehnungskoeffizienten hängen bekanntlich nicht unerheblich von der Art und Zusammensetzung des Werkstoffes ab. Der Wert von $1{,}4 \cdot 10^{-5}$ ist verhältnismäßig hoch und dadurch ebenso die in die Untersuchung eingeführten negativen Spannungswerte. Setzt man einen der niedrigsten beobachteten Werte von etwa $1{,}12 \cdot 10^{-5}$ in die Rechnung ein, so werden die zugehörigen Spannungen und entsprechend die Randspannungen des Blattes um 20 vH kleiner. Oder auch bei anderer Betrachtungsweise: die Temperaturen am Rande des Blattes können um 20 vH höher sein, damit dieselben Randspannungen, wie sie in Abb. 22 bis 25 zu Grunde gelegt sind, erhalten bleiben. Alle die oben einzeln berechneten und graphisch verteilten Spannungen überlagern sich nun in dem arbeitenden Blatte, d. h. sie sind algebraisch von Faser zu Faser zu addieren. Abb. 22 zeigt die einzelnen oben behandelten Spannungsanteile und ihre Verteilung über die Breite des Blattes. Diese sind nun in entsprechender Weise graphisch addiert worden, Abb. 23 und 24. Hierbei ist die Höhenlage zur Nullinie jeweils derart bestimmt worden, daß die von der Spannungskurve bis zur Nullinie eingeschlossene Fläche der jeweiligen Gesamtbelastung des Blattes entspricht.

Für die vorliegende Untersuchung habe ich als Belastung des Blattes dessen Vorspannung, also

$$\frac{Q\,g}{2} = S_v = 2450 \text{ kg}$$

eingesetzt. Eigentlich ist, wie die Ableitungen in Gl. (3) bis (5) zeigen, je nach der Stelle, an welcher der Querschnitt in der Längsrichtung des Blattes liegt, die Belastung verschieden. Es ist bemerkenswert, daß das Kraftfeld des Blattes, also die Verteilung der Spannungen der einzelnen Fasern über den Querschnitt ihre Lage im Raum beibehält, wenn das Blatt über die Rollen läuft. Das Kraftfeld ist also unabhängig von der Bewegung des Blattes. Im übrigen sind die Verschiedenheiten des Kraftfeldes äußerst gering, da W_s und R klein sind gegenüber S_v.

Abb. 23 zeigt das Ergebnis der graphischen Addition für das nicht vorbehandelte Blatt mit und ohne Neigung der Sägerolle. Der Normalfall $\Delta t = 25°$ (oder $\Delta t = 30°$ bei $\beta = 1{,}12 \cdot 10^{-5}$) mit Neigung der oberen Rolle ist schraffiert eingetragen. Dies bedeutet, daß z. B. für diesen Fall die Spannungen vom Zahngrunde an bis 8 cm nach hinten theoretisch negativ werden, d. h. daß das Blatt bis zu dieser Grenze völlig schlaff bleibt, da es keine Druckspannungen übertragen kann. Erst wenn auf eine Neigung der Rolle ganz verzichtet wird und der Temperaturunterschied nur 15° beträgt, werden die Randspannungen vorn mit einem geringen Betrag positiv. Naturgemäß können die negativen vorderen Randspannungen durch größere Gesamtbelastung des Blattes ausgeglichen werden. Für den vorerwähnten Normalfall wäre dazu eine Zusatzbelastung von 70 kg/cm oder insgesamt 2100 kg notwendig. Das sind rd. 85 vH der Normalbelastung für das

Abb. 26
Verteilung der Normalspannungen in den Zähnen längs und quer zur Blattrichtung

vorbehandelte Blatt. Wollte man aber durch Erhöh Gesamtbelastung die vordere Randspannung für die auf die des behandelten Blattes bringen, d. s. 29 Abb. 23, dann wäre eine weitere Zusatzlast von 870 wendig. In diesem Falle müßte also die anstatt mit 4900 kg mit 4900 + 2 (2100 = 26 500 kg, also aufs 5,4 fache belaste den. Es bedarf keiner Erörterung, wie sehr samtkonstruktion der Maschine beeinflußt würde man derartige Kräfte zu Grunde legen müßte sieht daher an diesem Beispiel die sehr Überlegenheit des vorbehandelten Blattes. In sind die Spannungen bei vorbehandelten aufgetragen. In Abb. 25 sind nunmehr die kräfte aufgetragen, welche durch seitliches Aus der vorderen Kante der Blätter und Verdrehung de ten Querschnittes entstehen. Die Drehachse ist, schon erwähnt, so gewählt worden, daß jeweils die der positiven und negativen Querkräfte null wir daß das Blatt im ganzen keine seitliche Ausbieg fährt. Man sieht hier noch deutlicher den Einf geschilderten Behandlung des Sägeblattes. Die drehung widerstrebenden Querkräfte wachsen Rändern zu sehr erheblichen Beträgen an.

Damit ist der innere Sinn der von den Amer empirisch entwickelten Behandlungsmethode au Ohne diese wäre das Schneiden mit breiten Bands tern völlig unmöglich. Die zuletzt angestellte Unters insbesondere Abb. 23 und 24, hat Aufschluß gegeb die Verteilung der Längsspannungen vom Zahngru zur Rückenfaser, deren Integral über diese Streck der Vorspannung des Blattes S_v ist. Im vorbeha Blatt, Abb. 24, ist deren Wert am Rande etwa 60 Hierzu kommen noch die früher schon erwähnte Größe nach weit bedeutenderen Spannungen, die Biegung über die Rolle und von der Fliehkraft her Es ergeben sich also im vorliegenden Falle etwa Spannungswerte:

Biegungsspannungen, Abb. 3 175
Fliehkraftspannungen, Zahlentafel 1 . . . 20
Spannung auf Grund der Vorbehandlung und
Vorspannung, Abb. 24, am Rande etwa . . 6
201

Es bleibt noch die Frage zu untersuchen, wie s örtliche Kraftfeld im Zahn selbst und in der Nä Zahngrundes verteilt. Naturgemäß bringt der widerstand wie auch der Einfluß der Ausrundu Zahngrund örtliche Störungen des Kraftfeldes m die in der vorausgegangenen Untersuchung noc berücksichtigt sind. Diese örtlichen Spannunge aber theoretisch nicht ohne Interesse. Es ist si sehr schwierig, die Gestaltung des örtlichen Kra

Abb. 27
Verlauf des Kraftfeldes in den Zähnen und den benachbarten Teilen des Blattes

in und am Zahngrund rechnerisch zu ermitteln. ngsweise kann dies nach dem halb zeichnerischen chnerischen Verfahren von Wyss[3]) geschehen. isere Zwecke genügt es, eine Darstellung des ört- Kraftfeldes auf Grund der Anschauung und Erfah- iit ähnlichen Fällen zu geben, Abb. 26 und 27. Die kräfte rufen in der Nähe der Zahnspitze örtliche pannungen hervor, die nach dem Rücken zu durch Zugspannungen übergehen. Diese Spannungen den Gleichgewichtsbedingungen sowohl für die wie für die Momente entsprechen, die sich aus dem nenwirken der Zahndrücke und der Vorspannung ittes ergeben. Abb. 26 zeigt auf den Linien I, II, III, Verteilung der Normalspannungen quer zur Längs- g des Blattes, in den Schnitten 1, 2, 3 die Normal- ngen in der Längsrichtung des Blattes im Zahn. Nähe des Zahngrundes entsteht unabhängig von äften, die vom Schnittdruck herrühren, wegen der idung eine Erhöhung der Zugspannungen, die in IV näherungsweise dargestellt ist. Nach Ver- [4]) kann die Erhöhung der Zugspannungen in der les Zahngrundes etwa das zweifache derjenigen ngen betragen, die ohne die Wirkung der Aus- g vorhanden wären und wie sie in Abb. 26 darge- sind. Man kommt dann mit rd. 4000 kg/cm² auf ngen, welche die Streckgrenze guten Federstahles erreichen. In der Tat pflegen derartige Blätter, sie überlastet werden, die ersten kleinen Einrisse äßig am Zahngrunde zu erfahren. Abb. 27 zeigt erlauf des Kraftfeldes in den Zähnen und deren rschaft auf Grund der oben angestellten Dar- en. Die eingetragenen Linien entsprechen den ngs-Trajektorien der Druck- und Zugkräfte.

Wyss: Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern, Berlin Es sei nachdrücklich auf dieses für die Behandlung derartiger e außerordentlich wertvolle Buch hingewiesen. Die Näherungs- n finden sich dargestellt insbesondere S. 285 u. 286, vergl. auch b. 312 Tafel 25 u. Abb. 168 Tafel 13. Ein ganz ähnliches Problem e Untersuchung der Spannungsverhältnisse in den Zähnen von ern, vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 641. Das dort verwendete Unter- sverfahren mit polarisiertem Licht käme auch für unser vor- s Problem in Betracht.

Vergl. Preuß, Forschungsarb. d. V. d. I. Heft 126,
Wieghardt, Forschungsarb. d. V. d. I. Heft 49,
Birnbaum, Zeitschr. f. techn. Phys. Bd. 5 (1924) S. 143.
Wyss, a. a. O. S. 308 u. Tafel 27 bis 31.

Zwischen diesen liegen die Grenzkraftlinien, welche die Blattkante in singulären Punkten schneiden. Einem jeden Zahn entspricht ein bestimmtes Liniensystem, von dem das eine in Abb. 26 schraffiert eingezeichnet ist.

Es sei mir gestattet, am Schlusse dieser Untersuchung über den inneren Sinn der Behandlungsmethode der breiten Bandsägeblätter eine Anekdote zu erzählen, die charakteristisch ist für das Selbstgefühl des Praktikers, der den wirtschaftlichen Wert seines Verfahrens kennt, ohne ihn im Zusammenhang zu begreifen: Ein amerikanischer Sägefeiler suchte eine Stelle und forderte den enormen Stundenlohn von 1,2 $. Nach der Berechtigung seiner Forderung gefragt, machte er folgende Rechnung auf: „Stundenlohn 40 cts., verstehen wie es gemacht wird, 80 cts. — zusammen 1,2 $."

Zusammenfassung

Bei Block- und Spaltbandsägen können große Schnittleistungen nur dann erzielt werden, wenn es gelingt, die quer zur Laufrichtung des Blattes auftretenden Vorschubkräfte zu beherrschen. Von der Lösung dieses Problems hängt die Konstruktion schwerer Bandsägen in erster Linie ab. Zur Aufnahme größerer Vorschubkräfte sind die bei kleineren Bandsägen üblichen Rückenführungen ungeeignet. Die Untersuchung der Spannungs- und Bewegungsverhältnisse eines über zwei Rollen laufenden elastischen Bandes zeigt, daß es nur dann von den Rollen heruntergedrängt werden kann, wenn es über die hohe Kante gebogen oder um eine seiner Längsfasern verdreht wird, so daß Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zur Laufrichtung entstehen. Macht man das Blatt so steif, daß es einer Verdrehung genügend Widerstand leistet, so kann man es auf den Rollen halten, ohne die Vorschubkräfte unmittelbar aufzunehmen. Die Rechnung zeigt, daß das der Verdrehung widerstehende Moment mit der Zugspannung der einzelnen Fasern und mit dem Quadrate des Abstandes der Fasern von der Drehachse wächst. Von der Zugspannung des Blattes hängt wiederum die Lagerbelastung der Rollen ab. Daher muß man, wenn eine unzulässige Steigerung der Lagerdrücke vermieden und trotzdem der Widerstand des Blattes gegen Verdrehung und Abdrängen von den Rollen möglichst groß gemacht werden soll, durch entsprechende Vorkehrungen die Fasern am Rande des Blattes möglichst stark anspannen.

Die Amerikaner haben hierfür ein rein empirisches Verfahren entwickelt, das große Vorschubwiderstände und entsprechende Schnittleistungen ermöglicht hat. Dieses besteht darin, daß die Mittelfasern ausgewalzt und bleibend gedehnt werden, so daß das Blatt im Ruhezustand einen leicht gewölbten Querschnitt bekommt. Der richtige Zustand des Blattes wird mit entsprechenden Lehren nachgeprüft. Durch diese Vorbehandlung des Blattes werden beim Auflegen auf gerade Scheiben die Spannungen am Rande entsprechend höher als die in der Mitte des Blattes. Eine eingehende Rechnung und graphische Untersuchung zeigen den Spannungsverlauf in einem so behandelten Sägeblatt sowohl in der Längsrichtung wie in der Querrichtung. Hierbei erweisen sich neben den Spannungen, die von der Reckung der Mittelfasern herrühren, die Spannungsveränderungen durch die Erwärmung bei der Arbeit von erheblichem Einfluß. Außerdem wird das Kraftfeld im Blatte dadurch beeinflußt, daß gewöhnlich die getriebene Rolle in der Schnittrichtung etwas geneigt wird und daß bei dem Walzprozeß die Rückenfaser etwas mehr gereckt wird als die Vorderfaser.

Mit dem geschilderten Behandlungsverfahren der Blätter ist es möglich, hohe Steifigkeit gegen Verdrehung zu erzielen und bei verhältnismäßig niedrigen Lagerbelastungen die Blätter ohne Rückenführung auf den Rollen zu halten.

In den Zähnen selbst und im Zahngrunde treten örtliche Störungen des Kraftfeldes auf, welche untersucht werden. Sie haben aber gegenüber den hohen Spannungswerten im eigentlichen Blatte keine entscheidende Bedeutung. [B 704]

Über die Entkieselung von kieselsäurehaltigen Wässern[1]

Von E. Berl und H. Staudinger, Darmstadt

Mitteilung aus dem chemisch-technischen und elektrochemischen Institut der Technischen Hochschule Dar

Kieselsäurehaltige Dampfkesselspeisewässer geben beim Dampfkesselbetrieb zu erheblichen Schwierigkeiten Anlaß. Die Entkieselu läßt sich mit Lösungen von Kalziumhydroxyd befriedigend durchführen. Bei Gegenwart von Chloriden ist ein Überschuß v Kalziumhydroxyd erforderlich. Den angewandten Überschuß von Kalkhydrat kann man mit Kalziumbikarbonatlösung entferne Wenn Silikat- und Gipsgehalte des Speisewassers in äquivalentem Verhältnis stehen, so genügt für die Entfernung des Kalkhydr überschusses und des Gipsgehaltes Natriumbikarbonatzusatz. Bei äquivalent höherem Gipsgehalt muß zum Natriumbikarbon zusatz ein entsprechender Sodazusatz gemacht werden. Bei äquivalent geringerem Gipsgehalt arbeitet man mit Kalziumbikarbon und entsprechendem Natriumbikarbonatzusatz.

Kieselsäurehaltige Kesselsteine sind für den Kesselbetrieb überaus nachteilig. Es hat sich gezeigt, daß die Kieselsäure, wenn sie als Silikat gebunden im Stein auftritt, schon in ganz dünnen Belägen zu Rohrausbeulungen infolge örtlicher Überhitzung Anlaß gibt. Wenn die Kieselsäure unverbunden als SiO_2 vorhanden ist, macht sie den Kesselstein sehr porös und locker. Dieser setzt deshalb dem Wärmedurchgang großen Widerstand entgegen. Da fast jedes dem Boden entstammende Wasser Kieselsäure, wenn auch oft in geringem Maß, enthält, so ergibt sich die Notwendigkeit, nach Mitteln und Wegen zu suchen, die Kieselsäurehärte aus dem Wasser zu entfernen (das Wasser zu entkieseln). Die im folgenden wiedergegebenen Versuche hatten nicht den Zweck, zu entscheiden, unter welchen Bedingungen die Kieselsäure als Silikat und unter welchen sie als unverbundene Kieselsäure flockig ausfällt, sondern sie sollten lediglich zeigen, ob und wie es möglich ist, kieselsäurehaltige Wässer mit den in der Industrie gebräuchlichen Enthärtungsverfahren zu entkieseln und für die Speisung von Dampfkesseln geeignet zu machen.

In den meisten Fällen wird das Speisewasser nach dem Kalk-Soda-Verfahren enthärtet. Das Kalkwasser ist ein Fällmittel, das auch die im Wasser gelösten Silikate als weniglösliche Kalksilikate ausfällt. Die Löslichkeit des $CaSiO_3$ ist aber noch so groß, daß seine bei 20° gesättigte Lösung eine Härte von angenähert 11 deutschen Härtegraden (DHG) aufweist. Hierbei ist Voraussetzung, daß sich die Löslichkeit nicht durch Neutralsalze oder durch Veränderung der Ionenkonzentration verschiebt, und zwar infolge Zusatzes von Salzen, die eines der Ionen enthalten, in die das Kalziumsilikat in seiner Lösung zerfällt.

Die Löslichkeit von Kalziumsilikat wurde neuerdings festgestellt. Es ergaben sich folgende Werte[2]): Geglühtes Kalziumsilikat 0,231 g $CaSiO_3$ auf 1 l, entsprechend einem Härtegleichwert von 0,1113 g/l, also 11,1 DHG; frisch gefälltes Kalziumsilikat 0,2402 g $CaSiO_3$ auf 1 l, entsprechend 11,6 DHG.

Danach schiene es bei diesen hohen Löslichkeitswerten fruchtlos, Silikatlösungen mit $Ca(OH)_2$ zu entkieseln. Es ist dies jedoch möglich, wenn man die Löslichkeit des Kalziumsilikats durch ein gleichioniges Salz — als solches kommt nur ein Kalziumsalz in Betracht — herabsetzt. Anderseits erhöht sich aber die Löslichkeit des Kalziumsilikats durch Anwesenheit von Chloriden und Sulfaten, die oft im Rohwasser vorhanden sind. Es wurden daher Lösungen von $Ca(OH)_2$, $CaSO_4$ und $CaCl_2$ angewandt, damit gelöste Silikate als Kalksilikate abgeschieden würden.

Entkieselung durch Kalksalzlösungen

Ausfällung der Silikate bei Abwesenheit von Neutralsalzen. Die Versuche wurden so angestellt, daß zu Natriumsilikatlösungen, die den bei 18° gesättigten Kalkhydrat- und Gipslösungen nach dem Schema

$$Na_2SiO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftarrows CaSiO_3 + 2\,NaOH \quad \dots (1)$$
$$Na_2SiO_3 + CaSO_4 \rightleftarrows CaSiO_3 + Na_2SO_4 \quad \dots (2)$$
$$Na_2SiO_3 + CaCl_2 \rightleftarrows CaSiO_3 + 2\,NaCl \quad \dots (3)$$

äquivalent waren, verschiedene Mengen des Fällungsmittels zugesetzt wurden. Es wurden zu je 100 cm³ Na_2SiO_3-Lösung steigende Mengen des Fällungsmittels zugesetzt, der flockige Niederschlag nach dem Absitzenlas genutscht und mit einer bestimmten Menge ges $CaSiO_3$-Lösung ausgewaschen und abgepreßt. D waschen spielt eine wesentliche Rolle; deshalb wu den einzelnen Versuchsreihen stets mit der g Menge ausgewaschen. Das Filtrat wurde gesam einer Platinschale eingeengt und sein Gehalt a durch mehrmaliges Eindampfen mit HCl bestimm Menge der durch das Waschwasser (mit Kalziu gesättigt) ins Filtrat gelangten Kieselsäure war l und wurde in Abrechnung gebracht.

Die Wägung des Niederschlages nach dem T und Glühen des Rückstandes führte oft zu ni friedenstellenden Ergebnissen, da sich — wie spät gezeigt wird — häufig höhere Werte ergaben, a aus dem Unterschied der Gesamtkieselsäure und Filtrat enthaltenen SiO_2 berechnen ließ. Dies t sonders in Erscheinung bei den Versuchen mit C Fällungsmittel. Die Ursache liegt in der Bildu Natrium-Kalziumsilikaten, wie auch in der Ok von gelösten Stoffen durch den außerordentlic minösen Niederschlag. Diese Auffassung wurde die quantitative Untersuchung des Niederschlag Kalk und SiO_2 bestätigt, die oft wechselnde Me CaO und SiO_2 ergab. Erst nach längerem Ausv konnte eine dem Molverhältnis 1 CaO : 1 SiO_2 entspr Zusammensetzung beobachtet werden. Aus Grunde wurde der Hauptwert auf die Feststellu Restgehaltes an SiO_2 im Filtrat gelegt. Der Zahlentafeln 1 bis 3 angegebene Härtewert sich auf die Gesamtmenge des Filtrates (Menge d katlösung zuzüglich Menge des Fällungsmittel nicht nur auf die angewandte Menge des zu entl den Wassers.

Zahlentafel 1

$Ca(OH)_2$-Fällung

Die Fällungslösung enthielt 1,18 g CaO in 1000 cm³ das kieselsäurehaltige Wasser 2,58 g Na_2SiO_3 in 1 Lösung = 1,282 g SiO_2 auf 1 l, entsprechend 119 I

Na_2SiO_3 in 100 cm³ g	Fällungsmittel g	Äquivalentverhältnis	Menge des Niederschlages g	SiO_2 in Filtrat g/l
0,258	0,0295	100 : 25	0,0645	0,076
„	0,0590	100 : 50	0,1235	0,045
„	0,0885	100 : 75	0,1920	0,022
„	0,1180	100 : 100	0,2108	0,006
„	0,1770	100 : 150	0,2242	0,002
„	0,2360	100 : 200	0,2385	0,001

Zahlentafel 2

$CaSO_4$-Fällung

Die Fällungslösung enthielt 2,05 g $CaSO_4$ in 1000 cm³ das kieselsäurehaltige Wasser 1,842 g Na_2SiO_3 in 1 Lösung = 0,905 g SiO_2 auf 1 l, entsprechend 84 I

Na_2SiO_3 in 100 cm³ g	Fällungsmittel g	Äquivalentverhältnis	Menge des Niederschlages g	SiO_2 in Filtrat g/l
0,1842	0,052	100 : 25	0,0458	0,065
„	0,103	100 : 50	0,0997	0,032
„	0,151	100 : 75	0,1064	0,017
„	0,172	100 : 85	0,0970	0,0161
„	0,205	100 : 100	0,1072	0,0144
„	0,309	100 : 150	0,0966	0,012
„	0,410	100 : 200	0,1262	0,008

[1]) Zweite Mitteilung des Speisewasserausschusses des V. d. I. Erste Mitteilung vergl. Forschungsheft 295, Festgabe Carl von Bach, S. 7.

[2]) Vergl. Jordis u. Kanter, Z. f. anorg. Chemie Bd. 35 (1903) S. 345.

Zahlentafel 3

$CaCl_2$ - F ä l l u n g

...ällungslösung enthielt 2,36 g $CaCl_2$ in 1000 cm³ Lösung ...ieselsäurehaltige Wasser 2,58 g Na_2SiO_3 in 1000 cm³ ...sung = 1,282 g SiO_2 auf 1 l, entsprechend 119 DHG

... in ...m³	Fällungsmittel g	Äquivalentverhältnis	Menge des Niederschlages g	SiO_2 im Filtrat g/l	DHG
...,8	0,059	100 : 25	0,0682	0,0795	79
	0,118	100 : 50	0,1357	0,0515	48
	0,177	100 : 75	0,1285	0,0352	33
	0,236	100 : 100	0,1374	0,0268	25
	0,354	100 : 150	0,1406	0,0206	19,5
	0,472	100 : 200	0,1332	0,0180	17

...us Abb. 1 läßt sich deutlich ersehen, daß die Ent...ung von dem im Fällungsmittel enthaltenen Anion ...ngt. Mit $Ca(OH)_2$ kann man ein kieselsäurehaltiges ...er sehr gut enthärten, während mit einer $CaSO_4$-...ng die Entkieselung nicht befriedigend ist; völlig ...eichend verläuft sie mit $CaCl_2$-Lösung.

...ind im Speisewasser nur geringe Mengen SiO_2 ent...n, so ist mehr als das doppelte Äquivalent er...rlich, um die Kieselhärte herabzudrücken. Abb. 2 gibt ...ntkieselungsverlauf bei geringem SiO_2-Gehalt wieder.

...usfällung der kolloidalen Kiesel...e. Es liegt auch die Möglichkeit vor, daß die ...elsäure in kolloidaler Form im Speisewasser ...lten ist. Solche Wasser lassen sich verhältnismäßig ... entkieseln. Versuche, mit $Al_2(SO_4)_3$ die Kiesel... aufzuflocken, haben ergeben, daß dies möglich ist. ...kann jedoch den Zusatz von $Al_2(SO_4)_3$ umgehen, da, ...die Versuche gezeigt haben, kolloidale Kieselsäure ...alkwasser aus dem Wasser gefällt werden kann. Es ...e frisch gefällte Kieselsäure in Wasser gelöst ...g/l SiO_2 = 12,5 DHG) und mit Kalkwasser in ge...m Überschuß (1,5faches Äquivalent) gefällt. An...ich zeigte sich keine Trübung; erst nach längerem ...n war sie wahrnehmbar und wurde beim Erwärmen ...0 bis 70 ° deutlich sichtbar. Bei dieser Temperatur ...n die trübe Fällung sich zusammenzuballen und ...flocken. Nach zwölfstündigem Stehen wurde ab...rt und Niederschlag sowie Filtrat untersucht.

...erner wurde eine Kieselsäurelösung aus elektro...isch erzeugtem „Osmosil" hergestellt, das man, um ...sch in Lösung zu bringen, ganz schwach alkalisch ...e und dann wieder neutralisierte. Diese Lösung ...lt 0,095 g/l SiO_2 = 8,85 DHG und wurde ebenso wie ...ersten Versuch behandelt. Auch hier war die Ent...ng der Kieselsäure in weitgehendem Maße möglich. ...iden Fällen wurde bis auf 3 bis 4 DHG entkieselt.

...ntkieselung bei Anwesenheit von ...riden. Will man Wasser, das gleichzeitig Silikate ...Chloride enthält, entkieseln, so gelingt dies nur, ... man mit einem Überschuß von $Ca(OH)_2$ arbeitet. ... den Einfluß des Chlor-Ions auf die Ausfällung der ...te durch $Ca(OH)_2$ sollen die im folgenden wieder...enen Untersuchungen Aufschluß geben.

Abb. 1
Entkieselung von silikathaltigen Wässern durch lösliche Kalksalze

Abb. 2
Entkieselung von silikathaltigen Wässern mit $Ca(OH)_2$ bei geringem SiO_2-Gehalt

Dem zu entkieselnden Wasser wurde Natriumchlorid in verschiedenen Mengen zugesetzt, und zwar in einfach und mehrfach äquivalenter Menge (SiO_2 : NaCl = 1 : 1, 1 : 2,5 und 1 : 5). Darauf wurde dieses Wasser mit $Ca(OH)_2$ entkieselt, wie bei den in Zahlentafel 1 angegebenen Versuchen. Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 4 und Abb. 3 wiedergegeben. Die gestrichelte Linie in Abb. 3 ist die Entkieselungslinie ohne Zusatz von NaCl, vergl. Zahlentafel 1.

Zahlentafel 4

Die Fällungslösung enthielt 1,18 g CaO als $Ca(OH)_2$ in 1000 cm³ Lösung, das kieselsäurehaltige Wasser 2,58 g Na_2SiO_3 in 1000 cm³ Lösung = 1,282 g SiO_2 auf 1 l, entsprechend 119 DHG

Na_2SiO_3 in 100 cm³ g	Fällungsmittel g	Äquivalentverhältnis	SiO_2 im Filtrat g/l	DHG, bezogen auf die Gesamtmenge
		SiO_2 : NaCl = 1 : 1		
0,258	0,0590	100 : 50	0,3962	37
„	0,1180	100 : 100	0,1125	10,5
„	0,1770	100 : 150	0,0472	4,5
„	0,2360	100 : 200	0,0175	1,6
		SiO_2 : NaCl = 1 : 2,5		
0,258	0,0590	100 : 50	0,4252	40
„	0,1180	100 : 100	0,1186	11
„	0,1770	100 : 150	0,0558	5,2
„	0,2360	100 : 200	0,0214	2
		SiO_2 : NaCl = 1 : 5		
0,258	0,0590	100 : 50	0,5580	52
„	0,1180	100 : 100	0,1726	16
„	0,1770	100 : 150	0,0684	6,5
„	0,2360	100 : 200	0,0542	5

Will man also Wasser, das gleichzeitig Silikate und Chloride enthält, entkieseln, so ist ein Überschuß an $Ca(OH)_2$ notwendig, und zwar lassen sich Silikatwässer bei Gegenwart von 1 bis 2,5 Äquivalenten NaCl, bezogen auf den SiO_2-Gehalt im Wasser, leicht mit der doppelten der berechneten Menge $Ca(OH)_2$ enthärten. Je höher der Chlorionengehalt des Speisewassers im Verhältnis zum SiO_2-Gehalt ist, um so mehr Kalkwasser ist zur Entkiese-

Abb. 3
Entkieselung von silikathaltigen Wässern mit Kalkhydrat bei Gegenwart von Chloriden

lung notwendig. Die Fälle, in denen Chloride, besonders Magnesium- und Kalziumchlorid, in großen Mengen neben Silikaten auftreten, sind jedoch verhältnismäßig selten. Solche Wässer werden zum Speisen von Kesseln wegen der korrosionsbedingenden Eigenschaft der Erdalkalichloride besser nicht verwendet.

Entkieselung bei Anwesenheit von Sulfaten. Die Abhängigkeit der Löslichkeit von frisch gefälltem $CaSiO_3$ von den in der Lösung enthaltenen Ionen ließ sich eindeutig durch folgenden Versuch beweisen: Einer Silikatlösung wurde die äquivalente Menge $CaSO_4$ zugesetzt (nach Zahlentafel 2 würde eine Resthärte von 13,5 DHG verbleiben); dann versetzte man sie mit einer berechneten Menge $Ba(OH)_2$, um das Sulfat-Ion aus der Lösung zu entfernen, und untersuchte das Filtrat auf SiO_2. Es ergab sich hier ein Wert, der sehr nahe dem durch $Ca(OH)_2$-Fällung erhaltenen liegt. Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich, liegt der Wert für die $Ca(OH)_2$-Fällung bei Anwendung stöchiometrischer Mengen bei 6,5 DHG, während die zusammengesetzten $CaSO_4$-$Ba(OH)_2$-Fällungen 5,8 und 6,7 DHG ergaben. Die Reaktion verläuft nach folgendem Schema:

$$Na_2SiO_3 + CaSO_4 \rightleftarrows CaSiO_3 + Na_2SO_4$$
$$Na_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2\,NaOH.$$

Der die Löslichkeitserhöhung des Kalziumsilikates bedingende Einfluß des Sulfat-Ions kann also durch die Fällung als Bariumsulfat beseitigt werden. Die Entfernung der Kieselsäure aus dem Wasser geht demnach nur dann befriedigend vonstatten, wenn im Wasser keine Ionen, welche die weitgehende Fällung des Silikates behindern, vorhanden sind. Von diesen die Löslichkeit steigernden Ionen, vorzüglich den Chlor- und Sulfat-Ionen, können letztere mit Barytlauge aus dem Wasser entfernt werden.

Entfernung der durch die Entkieselung bedingten überschüssigen Kalkhärte

Alle diese Versuche haben ergeben, daß eine Entkieselung wohl in den weitaus meisten Fällen möglich ist, daß also bei dem in der Praxis üblichen Kalk-Soda-Enthärtungsverfahren der größte Teil der Kieselsäure ausgefällt werden kann. Findet sich demnach freie oder gebundene SiO_2 im Kesselwasser vor, so ist es ratsam, bei der Wasserenthärtung reichlich Kalkwasser zuzusetzen. Scheut man sich davor, das Speisewasser zu alkalisch zu machen, so kann man die Kalkhärte mit einer Kalziumbikarbonatlösung entfernen und vorhandene Gipshärte mit Soda beseitigen. Eine Kalziumbikarbonatlösung läßt sich herstellen durch Einleiten von CO_2-haltigen Gasen (Rauchgasen) in Kalkwasser. Ein in dieser Richtung angestellter Versuch hatte das Ergebnis, daß sich ein Wasser von 15 ° Silikathärte und 5 ° Gipshärte auf 1,3 ° Silikat- und auf 2,2 ° Kalkhärte enthärten ließ. Zu dem harten Wasser wurde das doppelte Äquivalent $Ca(OH)_2$, auf den SiO_2-Gehalt des Wassers bezogen, zugegeben; der entstandene Niederschlag wurde abfiltriert und im Filtrat die Kalkhärte mit $Ca(HCO_3)_2$ und die Gipshärte mit Soda entfernt. Diese Art zu enthärten, erscheint vielleicht etwas umständlich, hat jedoch den Vorteil, daß die Kalk- und Kieselsäurehärte beseitigt wird, ohne daß das Speisewasser den zweckmäßig gering zu haltenden Alkalitätsgrad überschreitet und mit löslichen Salzen unzulässig angereichert wird.

Wenn der zugesetzte Überschuß von Kalkhydrat den gleichzeitig vorhandenen Sulfaten einigermaßen äquivalent ist, kann man den Kalküberschuß mit Natriumbikarbonatlösung entfernen, wobei die Vorgänge folgendermaßen verlaufen:

$$Ca(OH)_2 + 2\,NaHCO_3 = CaCO_3 + Na_2CO_3 + H_2O$$
$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4.$$

Man muß aber, um eine Rückzersetzung des bereits abgeschiedenen Kalziumsilikates zu vermeiden, den mit überschüssigem Kalkhydrat gefällten Kalziumsilikatniederschlag abfiltrieren und kann dann erst den Überschuß des Kalkhydrates und die vorhandene Gipshärte mit Natriumbikarbonat entfernen. Ein in dieser Art ausgeführter Versuch ergab die in Zahlentafel 5 zusammengestellten Ergebnisse.

Zahlentafel 5
Einfluß des Abfiltrierens

Versuch	SiO_2 g/l	DHG	CaO g/l
1. Mit vorheriger Abtrennung des $CaSiO_3$-Niederschlages	0,0272	2,5	0,0162
2. Ohne Abtrennung des $CaSiO_3$-Niederschlages . .	0,0785	7,3	0,1153

Liegt dagegen ein Wasser vor, das Silikat und enthält, bei dem aber der Sulfatgehalt in einer zum wasserüberschuß größeren Äquivalenz vorhanden i muß man zum Entfernen des Kalküberschusses Na bikarbonat und Soda verwenden. Die Größe des zusatzes hängt von der Sulfatmenge ab, die nicht die bei der Kalkfällung entstehende Soda entfernt So wurde z. B. ein Wasser mit 15 ° Kieselsäurehär 22 ° Gipshärte folgendermaßen enthärtet: Zur Entfe der Kieselsäurehärte wurde mit dem doppelten Äqui $Ca(OH)_2$ entkieselt, dann die Kalksilikatfällung abf und das Filtrat mit $NaHCO_3$ und Soda enthärtet. D gebnis war folgendes:

$$SiO_2 = 0{,}0220\ g/l = 2{,}1\ DHG,$$
$$CaO = 0{,}0162\ \text{„} = 1{,}6\ \text{„}\ .$$

Hat ein Wasser einen äquivalent geringeren gehalt, so darf man naturgemäß nicht allein mit Na bikarbonat enthärten, da die Bildung des löslic Kalziumbikarbonates eine nur ungenügende Enthä bewirken würde. Aus diesem Grunde setzt man Na bikarbonat in einer dem Sulfatgehalt entsprechenden zu und enthärtet den Rest der durch den Kalkw überschuß bedingten Härte mit Kalziumbikarbonat Versuch mit einem Wasser von 15 ° Kieselsäurehär 7 ° Gipshärte ergab folgende Härtewerte:

$$SiO_2 = 0{,}018\ g/l = 1{,}5\ DHG,$$
$$CaO = 0{,}0227\ \text{„} = 2{,}3\ \text{„}\ .$$

Untersuchungen über die Zusammensetzung d gefällten Kalksilikate

Um größere Mengen von $CaSiO_3$ zur Untersu zu erhalten, versetzte man jeweils 1000 cm³ einer Na Lösung mit 1000 cm³ der entsprechenden äquivalenten L des Kalksalzes und behandelte diese Mischung wie angegeben weiter. Nach dem Auswaschen wurd Niederschlag, der sehr viel Wasser enthielt, 3 h bei getrocknet und dann pulverisiert. Der mit Ca(OH fällte Niederschlag enthielt noch etwas Kalziumkar das durch Aufnahme von Kohlendioxyd aus der Lu stand. Der pulverisierte Niederschlag wurde mit ganz verdünnter Salzsäure durchfeuchtet und dann gewaschen, bis kein Chlor-Ion nachzuweisen war. D wurde der Niederschlag nochmals getrocknet. Die lyse wurde folgendermaßen vorgenommen: Die eingew Menge Niederschlag wurde in einer Platinschale me Male mit Salzsäure abgeraucht, dann mit mäßig ko trierter Salzsäure längere Zeit auf dem Wasserba wärmt. Darauf verdünnte man mit heißem Wasse filtrierte die Kieselsäure ab, die geglüht zur Wägung Das Filtrat und das Waschwasser wurden gesammel darin nach der Neutralisation das Kalzium-Ion als (gefällt und mit Permanganat titrimetrisch bes Zahlentafel 6 und 7 enthalten die Versuchsergebniss

Die aus $Ca(OH)_2$ und Na_2SiO_3 entstehenden Kal silikate entsprechen der Zusammensetzung: 1 CaO : und enthalten wechselnde Mengen Wasser. Verwic

Zahlentafel 6
Fällung mit $Ca(OH)_2$.
Gehalt der Lösungen wie in Zahlentafel 1 angegeb

Einwage g	gefälltes SiO_2 g	gefälltes CaO g	Rest H_2O g	Molverh. CaO:
0,5410	0,2633	0,2432	0,0345	1:1
0,3262	0,1582	0,1438	0,0242	1:0
0,3825	0,1876	0,1738	0,0213	1:1

Zahlentafel 7
Fällung mit $CaCl_2$

wasser-nge m³	Einwage g	gefälltes CaO g	gefälltes SiO_2 g	Mischverhältnis SiO_2 : CaO
00	0,1842	0,0675	0,0636	1 : 1,14
00	0,1440	0,0582	0,0498	1 : 1,26
00	0,1608	0,0674	0,0652	1 : 1,11
00	0,4236	0,1845	0,2052	1,03 : 1,0

lie Verhältnisse bei den mit $CaCl_2$ gefällten Kalzium-
:en. Diese Fällungen, die langsamer ausflocken und
inöser sind, lassen sich nur schwer auswaschen.
e hier ist ein gründliches Auswaschen notwendig,
Zahlentafel 7.

er aus verdünnten äquivalenten Lösungen von $CaCl_2$
Na_2SiO_3 entstehende Niederschlag wurde abgenutscht
reimal mit je 300 cm³ Wasser ausgewaschen. Nach
Auswaschen wurde eine Probe entnommen und nach
Trocknen analysiert, vergl. Zahlentafel 7.

1 den Niederschlägen waren stets größere Mengen
i nachzuweisen, was zu der Vermutung Anlaß gibt,
ier Mischungen mit Natriumkalziumsilikaten vor-
, die ungefähr der Zusammensetzung $Na_2O \cdot CaO \cdot SiO_2$
als Salz der Orthokieselsäure geschrieben, $NaHCaSiO_4$
echen. Erst durch Auswaschen mit sehr viel
er, vergl. die vierte Zahlenreihe in Zahlentafel 7,
man Niederschläge, die alkalifrei sind und der Zu-
ensetzung 1 CaO : 1 SiO_2 entsprechen.

Zusammenfassung

Die Löslichkeit des Kalziumsilikates in Wasser
bestimmt; man erhielt gute Übereinstimmung mit
nten Angaben. Eine Erhöhung der Löslichkeit er-
ich bei Anwesenheit von Sulfaten und Chloriden.

2. An der Hand von Versuchen wurde gezeigt, daß sich zum Entkieseln von kieselsäurehaltigen Wässern Kalksalze eignen. Kalziumhydroxyd ermöglicht eine weitgehende Entkieselung des Wassers. Gipslösung eignet sich weit weniger gut, noch weniger $CaCl_2$, sofern auf ein Äquivalent vorhandener Kieselsäure ein Äquivalent oder etwas mehr Kalziumsalz verwandt wird.

3. Bei Gegenwart von Chloriden kann man mit $Ca(OH)_2$ befriedigend entkieseln, wenn ein Überschuß von $Ca(OH)_2$ angewandt wird. Dieser braucht das Doppelte der berechneten Menge $Ca(OH)_2$ nicht zu überschreiten, wenn das Verhältnis SiO_2 : NaCl den Wert 1 : 2,5 nicht übersteigt.

4. Um einen zu hohen Alkalitätsgrad im Speisewasser zu vermeiden, der durch die Entfernung des angewandten Überschusses von $Ca(OH)_2$ mit Na_2CO_3 entstehen würde, kann man die Kalkhärte mit Kalziumkarbonatlösung und dann die etwa vorhandene Gipshärte mit Soda entfernen.

5. Sind im Wasser Silikate und Gips gleichzeitig vorhanden, so ist die Entfernung der Kieselsäurehärte und der Kalkhärte einfach, wenn Kalkhydratüberschuß und Gipsgehalt in einem äquivalenten Verhältnis stehen. In diesem Falle wird der Kalkhydratüberschuß und der Gipsgehalt nur durch Natriumbikarbonatzusatz entfernt. Bei äquivalent höherem Gipsgehalt muß zum Natriumbikarbonatzusatz ein weiterer, entsprechender Sodazusatz gemacht werden. Bei äquivalent geringerem Gipsgehalt kann man mit Kalziumbikarbonatzusatz und einem dem Sulfatgehalt entsprechenden geringeren Natriumbikarbonatzusatz arbeiten.

6. Die aus verdünnten Natriumsilikatlösungen und den Kalksalzen entstehenden Silikate entsprechen bei Abwesenheit von Chloriden der Zusammensetzung 1 CaO : 1 SiO_2. Bei Anwendung von Kalziumchlorid enthalten sie weniger Kieselsäure, als dem angegebenen Molverhältnis entspricht. Die Analyse ergibt die Anwesenheit von Verbindungen von der Art $NaHCaSiO_4$. [B 708]

Gegenseitiger Einfluß von Tragfläche und Rumpf

1 der Zeitschrift für angewandte Mathematik und
nik[1]) habe ich einige theoretische Untersuchungen
entlicht, die über den gegenseitigen Einfluß von
läche und Rumpf in bezug auf Auftrieb und Wider-
einige Aufklärung bringen[2]). Bei der Behandlung
ufgabe bin ich von der Prandtlschen Tragflächen-
e ausgegangen. Trotzdem ist die theoretische Be-
ing für die gebräuchlichen Rumpfformen noch recht
ckelt; daher liegt eine Idealisierung der Rumpfform
Meinen Berechnungen ist als Rumpf ein Zylinder
nde gelegt, der sich beiderseits ins Unendliche er-
t und dessen Achse in die Bewegungsrichtung des
euges fällt. Auch die Durchführung mit dem zylindri-
Rumpf ist recht lehrreich. Die Ergebnisse sind als
Näherungen für Flugzeuge mit langgestrecktem
f anzusehen und ebenfalls anwendbar auf Luftschiffe,
it Flossen versehen sind.

ußer den am Flugzeug auftretenden Gesamtluftkräften
ch die Verteilung über die Flugzeugbreite sowie die
ilung in der Längsrichtung von Bedeutung. Bei der
hme eines unendlich langen Rumpfes von gleichbleiben-
uerschnitt erhält der Rumpf lediglich einen Auftrieb,
einen Widerstand. Bei gleichmäßiger Auftriebverteilung
lie Tragflächenbreite ist für die Gesamtgröße des Auf-
die wirksame Rumpfbreite nützlich, d. h. die Breite
ragflächenstückes, das den am Rumpf wirkenden Auf-
hervorbringen würde. Bei unendlich breiter Trag-
ist die wirksame Rumpfbreite (wahrscheinlich bei
Rumpfformen) gleich der tatsächlichen Rumpfbreite.
ei einem Flugzeug von endlicher Spannweite ergibt
lie wirksame Rumpfbreite dadurch, daß die vorhandene
fbreite um die Breite zwischen den an der Rumpf-
äche gespiegelten Endpunkten der Tragfläche vermindert wird. Mit dem Rumpf ändern sich auch der effektive Anstellwinkel der Tragfläche sowie der induzierte Widerstand der Tragfläche. Diese Untersuchungen, bei denen eine gleichmäßige Auftriebverteilung über die Tragflächenbreite vorausgesetzt ist, berücksichtigen die Höhenlage der Tragfläche. Es sei hier erwähnt, daß der Rumpf nicht immer eine Vergrößerung des Tragflächenwiderstandes bewirkt; ist nämlich die Tragfläche oberhalb oder unterhalb des Rumpfes angebracht, so bewirkt der Rumpf eine kleine Verringerung des Tragflächenwiderstands. Bemerkenswert ist ferner das Ergebnis, daß ein Hochdecker, bei dem die Tragfläche aus der Mittellage gehoben ist, denselben Auftrieb und Tragflächenwiderstand erhält wie ein Tiefdecker, bei dem die Tragfläche um dasselbe Maß aus der Mittellage gesenkt ist.

Weiterhin ist die Frage nach dem kleinsten induzierten Widerstand der Tragfläche bei gegebenem Gesamtauftrieb behandelt. Hierbei ergibt sich eine Auftriebverteilung über die Breite, die der elliptischen Verteilung bei einer Tragfläche ohne Rumpf entspricht. Das Verhältnis des auf den Rumpf entfallenden Auftriebanteiles zum gesamten Auftrieb ist ebenfalls berechnet.

Die letzten Abschnitte der Arbeit behandeln die Auftriebverteilung in der Längsrichtung des Rumpfes. Diese ist für eine unendlich breite Tragfläche und für den Fall, daß das Breitenverhältnis: Spannweite durch Rumpfbreite gleich 10 ist, mit gleichmäßiger Auftriebverteilung über die Tragflächenbreite ermittelt; der Unterschied ist in diesen beiden Fällen ganz gering. Außerdem ist die Auftriebverteilung in der Längsrichtung des Rumpfes für das Breitenverhältnis zwei berechnet, und zwar mit der Zirkulationsverteilung, die sich aus der Bedingung kleinsten Widerstandes bei gegebenem Auftrieb ergibt.

Die experimentellen Versuche, die bisher über den gegenseitigen Einfluß von Tragfläche und Rumpf vorliegen, behandeln alle den am Flugzeug auftretenden gesamten Auftrieb und Widerstand in Abhängigkeit von einander; daher ist leider ein Vergleich meiner Ergebnisse mit experimentellen Versuchen noch nicht möglich. [N 856]

Aachen J. Lennertz

[1]) Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 249.
[2]) Die Ergebnisse meiner Berechnung sind bereits in der Z. f. chnik und Motorluftschiffahrt Bd. 18 (1927) S. 11 mitgeteilt.

Abb. 2 bis 10 Längsschnitt und Deckp des Fahrgast-Schnelldam „Île de France" (Buchstabenerklärun s. S. 1659 unter Hauptanga

RUNDSCHAU

Schiffbau

rgast-Schnelldampfer „Île de France"

Das größte nach dem Kriege fertiggestellte Fahrgast-
f, Abb. 1, ist der Schnelldampfer „Île de France" der
Générale Transatlantique, der in 31 Monaten auf der
t der Soc. des Chantiers et Ateliers de St. Nazaire-Pen-
erbaut wurde[1]).

Hauptangaben

Länge über alles	241,35	m
Länge zwischen den Loten	231	„
Breite	28	„
Seitenhöhe bis zum C-Deck	21,5	„
Tiefgang, beladen	9,75	„
Verdrängung	41 000	t
Tragfähigkeit	11 500	„
Rauminhalt	42 050	B.-R.-T.
Laderaum	6 820	m^3
Maschinenleistung	52 000	PS_e
Konstruktionsgeschwindigkeit	23,5	Kn
Fahrgäste: 1. Klasse	677	
2. Klasse	403	
Touristen-Klasse	214	
3. Klasse	346	
	1640	Personen
Besatzung: Deck	75	
Maschinenraum	162	
Bedienung	566	
	803	Personen

Buchstabenerklärung zu Abb. 2 bis 10:

a	teuerhaus	*u*	Eingangshalle
b	apitän	*v*	Musikkapelle
c	unkraum	*w*	Haarpflege
d	ffiziere	*x*	Laden
e	otdynamo	*y*	Geschäftszimmer
f	inderzimmer	*z*	Damenzimmer 3. Klasse
g	urnsaal	*a'*	„ d. Touristenklasse
h	aube	*b'*	Privatspeisezimmer
i	Vintergarten	*c'*	Speisesaal der Touristenklasse
k	inderspielzimmer	*d'*	„ 3. Klasse
l	esezimmer	*e'*	Küche 3. Klasse
m	alle 1. Klasse	*f'*	Mannschaftsküche
n	eeraum	*h'*	Fleischer
o	auchzimmer 1. Klasse	*i'*	Messen für Stewards
p	„ 2. „	*k'*	Ladung oder Kraftwagen
q	alle 2. Klasse	*l'*	Kraftwagen
r	berlicht-Speisesaal 1. Klasse	*m'*	Gepäck
s	taatswohnungen	*n'*	Getränke
t	anzraum 3. Klasse	*o'*	Kühlladeräume

Die Anordnung der Räume ist aus Abb. 2 bis 10 er-
lich. Das Promenadendeck ist 1 m zu beiden Seiten
gebaut, so daß außer den geräumigen, zwei Decks hohen
llschaftsräumen ein 6 bis 7,5 m breites Wandeldeck

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1004; „Le Génie Civil" Bd. 91 (1927) S. 1
„Shipbuilding and Shipping Record", Bd. 29 (1927) S. 745, Bd. 30
S. 10 u. S. 149.

Abb. 1
Fahrgast-Schnelldampfer „Île de France"

übrig bleibt. Die Halle 1. Klasse, Abb. 11, ist 25 m lang bei 18 m Breite und hat rd. 150 Sitzplätze. In der Mitte ist eine Tanzfläche freigelassen. Anschließend folgen der Teeraum und das Rauchzimmer. Das hintere Promenadendeck steht der 2. Klasse zur Verfügung. Bemerkenswert sind die neun Staatswohnungen auf dem A-Deck. Eine besonders große für sieben Personen umfaßt drei Schlafzimmer mit Bad, Wohnzimmer, Eßzimmer mit eigener Anrichte und Dienerkammer. Die übrigen zeigen die übliche Anordnung und sind im modernen Stil jeweils verschieden eingerichtet. Sämtliche Kabinen 1. Klasse und alle Wechselkabinen haben ein Badezimmer. In der ersten und zweiten Klasse ist überall fließendes Kalt- und Warmwasser, während die Touristenklasse und die dritte Klasse fließendes Kaltwasser haben. Auf dem B-Deck liegt die Empfangshalle 1. Klasse mit einigen Läden und der 8 m langen und 7 m breiten Musikkapelle.

Bemerkenswert wegen seiner Größe und der Einrichtung ist der 44 m lange und 28 m breite Speisesaal 1. Klasse im C-Deck, Abb. 12, dessen abgestuftes Oberlicht durch zwei Decks hindurchgeht. Es sind 700 Sitzplätze an Tischen für je 2, 5 und 6 Personen vorhanden. Nach hinten schließen sich die Wirtschaftsräume für die 1. und 2. Klasse an, deren Küche 19 m lang und 10 m breit für die Zubereitung der Speisen für 1000 Personen bemessen ist. Die Herde, Backöfen und Konditoröfen haben Ölfeuerung. Hinter diesen Räumen liegt der Speisesaal 2. Klasse mit 300 Sitzplätzen, 13 m lang und 28 m breit.

Abb. 11
Halle 1. Klasse

Abb. 12
Speisesaal 1. Klasse

Im ganzen sind neun elektrische Aufzüge vorha[...] Hiervon sind fünf Personenaufzüge, und zwar dre[...] sieben und zwei für je 20 Personen. Die Hubgeschwindi[...] beträgt 0,7 m/s. Die vier übrigen Aufzüge dienen [...] Wirtschaftsbetrieb. Die täglich erscheinende Bordze[...] wird in der Druckerei auf zwei Maschinen hergeste[...]

Aus dem Hauptspant, Abb. 13, ist die Konstruktio[...] sichtlich. 15 Schotte, an den Enden bis zum B-Dec[...] der Mitte bis zum C-Deck, teilen das Schiff in 16 wa[...] dichte Abteile. Neben den Kesselräumen ist außerde[...] beiden Seiten ein wasserdichtes Längsschott angeo[...] während im Maschinenraum der Doppelboden bis zur Wa[...] linie hochgezogen ist. Die mit Druckwasser betri[...] Schottenschließanlage bedient von der Brücke aus 7 [...] recht und 28 wagerecht bewegliche wasserdichte T[...] Das Schiff hat 18 Rettungsboote für je 91 Personen, 2[...] je 46 Personen und zwei Motorboote für je 30 Pers[...]

Abb. 13 Hauptspant des Schnelldampfers „Île de France"

Abb. 14 und **15.** Turbinenraum

a HD-Vorwärtsturbine
b Hauptventile mit Servomotor
c Ölfilter
d Schmierölbehälter
e MD-Vorwärtsturbine
f HD-Rückwärtsturbinen
g ND-Vorwärts- und Rückw[...] turbinen
h Kühlwasserpumpen
i Seeventile
k Luftpumpen
l Manövrierstand
m Druckschmierölfilter
n Hauptkondensator
o Ölkühler
p Luftrad
q Druckpumpe der Schotten[...] schließanlage
r Schmierölbehälter

(Forts. s. unt[...]

Abb. 16 Hilfsmaschinenraum

a Umformer
b 650 kW-Turbodynamos
c Deckwasch- und Feuerlöschpumpen
d Hilfskondensatoren
e Kühlwasserpumpe
f 120 t-Verdampfer
i Trinkwasserpumpen
k Speisewasserbehälter
l Reservespeisepumpen

Abb. 17 und 18
Einend-Zylinderkessel, Bauart Prudhon-Capus

Innerer Durchmesser	5,4 m	Länge, Doppelender .	7,1 m	Wasserinhalt	27,8	m^3
Länge, Einender . . .	3,585 „	Heizfläche, Einender .	365 m^2	Verdampfleistung . .	13,8	t/h

Die mit Druckwasser und elektrisch betriebene Ruder-
hine, Bauart Hele-Shaw-Mactineau, wiegt 40 t. Von
60 PS-Motoren angetrieben, arbeitet sie mit 60 at Druck.
vier Druckkolben legen das Ruder mit einem Druck
123 t. Das Balanzeruder aus Stahlguß wiegt 60 t und
bei 23,5 Kn in 30 s von Mitschiff aus um 30 ° gelegt.
Ruderschaft hat 600 mm Dmr. An Deckhilfsmaschinen
zwei Dampfankerwinden für 782 t Zug (Gewicht je
zehn Dampfverholspille für 25 t Zug, ein elektrisches
olspill für 4 t und 20 elektrische Ladewinden für 1,5 bis
vorhanden. Für die Heizung und Lüftung ist eine
motankanlage vorgesehen. Außerdem sind in den Ge-
haftsräumen Dampf- und elektrische Heizkörper aufge-

Als Hauptmaschinen sind unmittelbar gekuppelte Par-
Turbinen eingebaut worden. Die HD- und MD-Vor-
sturbinen treiben je eine äußere Welle an, außerdem
auf diesen Wellen in besonderen Gehäusen die beiden
Rückwärtsturbinen angeordnet. Die beiden mittleren
en werden je von einer ND-Turbine angetrieben, wobei
Vorwärts- und Rückwärtsturbinen in einem Gehäuse
gebracht sind, Abb. 14 und 15. Die Gesamtleistung
Vorwärtsfahrt beträgt 52 000 PS_e bei 235 Uml./min; das
cht der Turbinen ist zu 1065 t angegeben.

Die beiden Hauptkondensatoren hinter den ND-Tur-
haben je 1750 m^2 Kühlfläche. Zwei Kondensatpumpen
Dampfantrieb fördern 170 t/h. Vier Kühlwasserschleu-
mpen, je von einer 200 PS-Dampfmaschine angetrieben,
n je 7000 m^3/h bei 400 Uml./min. Im Hilfsmaschinen-
, Abb. 16, sind zwei Hilfskondensatoren mit je 200 m^2
fläche aufgestellt, die Kühlwasser-Schleuderpumpe für
m^3/h, mit der Luftpumpe auf derselben Welle, hat Tur-
antrieb. Die fünf Speisewasserpumpen haben 700 t/h
mtleistung. Das Kondensat wird in drei Stufen von
auf 135 ° vorgewärmt. Für die Hauptmaschinen sind
120 t-Verdampfer vorhanden, für den Hafenbetrieb ist
rdem ein 60 t-Verdampfer vorgesehen.

In den vier Kesselräumen sind 12 Doppelend- und
Einend-Zylinderkessel, Bauart Prudhon-Capus, Abb. 17
18, für 16 at mit einem Brennstoffverbrauch von 2,5 kg/h
Öl auf 1 m^2 Heizfläche untergebracht. Für den künst-
n Zug sind in jedem Heizraum zwei Howdengebläse
esehen. Die Kessel haben Ölfeuerung; der Öldruck
gt rd. 5,5 at. Das Schiff bunkert jeweils in New York
die Hin- und Rückreise und hat 7600 m^3 Bunkerinhalt.

Die elektrische Anlage umfaßt drei 650 kW-Turbo-
mos mit 2000 Uml./min. Die Netzspannung beträgt
V. Außerdem ist eine 55 kW-Dieselnotdynamo für 110 V
dem obersten Deck aufgestellt. Für die Kühl-Lade-
Vorratsräume sind zwei CO_2-Kühlmaschinen vorhanden,
e durch einen 80 PS-Elektromotor bei 175 Uml./min an-
eben werden. [M 761] L u c h s i n g e r

Straßenbau

Straßenbautagung Leipzig 1927

Vom 31. August bis 3. September d. J. fand im Zusammenhang mit der Technischen Messe eine Straßenbautagung in Leipzig statt, die in Vorträgen, Besichtigungen der Messe und von Stadt- und Landstraßen bestand. Über die Vorträge ist folgendes zu berichten.

Geh. Oberbergrat Prof. Dr. S t e u e r , Darmstadt, sprach über

die Beziehungen der petrographischen zu den technischen Untersuchungsverfahren der Straßenbaugesteine.

Deutschland ist in der Lage, seinen Bedarf an Gesteinen im Straßenbau aus dem reichen Vorkommen guter Gesteine auf lange Zeit vollständig zu decken. Allerdings liegen die Gewinnungstätten ungleichmäßig verteilt. Der Süden Deutschlands beherbergt in seinen Gebirgszügen den Steinreichtum. Bei der Verwendung der Gesteine im Norden sprechen daher die Förderkosten mit. Die verschiedenen Gesteinarten sind ihrerseits auch ungleichmäßig verteilt. Das ist insofern nachteilig, als sich nicht jedes Gestein für jeden Straßenbauzweck eignet.

Die Beurteilung der Gesteine darf nicht nur nach den technischen Eigenschaften, sondern muß auch nach den petrographischen erfolgen. Beide Verfahren, von denen das letztgenannte sich auf die mineralogischen und Struktureigenschaften erstreckt, müssen einander ergänzen. Vor allen Dingen muß festgestellt werden, ob das Gestein noch frisch ist. Darunter ist nicht zu verstehen, ob die Gesteine durch Atmosphärilien oder durch Verwitterung, wie man sagt, angegriffen sind. Denn diese Einflüsse machen sich in einem Steinmassiv nur in der oberen, etwa 1 bis 1½ m tiefen Schwarte bemerkbar, die in jedem ordentlichen Steinbruch abgeräumt wird. Vielmehr ist damit gemeint, ob die Gesteine durch Druck, Hitze oder Dämpfe in geologischen Zeitaltern eine Umwandlung erfahren haben. Daher können Gesteine nach der Tiefe zu, wo sie solchen Umwandlungen am ehesten ausgesetzt sind, in ihrer Güte abnehmen.

Die Wirkung dieser Einflüsse kann nun sowohl durch die petrographische wie auch durch die technische Untersuchung ermittelt werden. Von den technischen Untersuchungsverfahren erscheint das auf Druckfestigkeit nach Steuer als das wichtigste, obwohl gegenwärtig Bestrebungen bestehen, zur Abkürzung der Verfahren dies, auch wegen der hohen Kosten, fortzulassen. Wichtig erscheint die Untersuchung auf die technischen Eigenschaften bei den Grünsteinen, weil die Grünsteinbildung eine der genannten Wirkungen darstellt und ihr Einfluß auf die Brauchbarkeit des Gesteins petrographisch allein nicht erfaßt werden kann. Verbunden mit dem Frostversuch, muß die Wasseraufnahme geprüft werden, weil die sogenannten Wassersöffer gefährliche Deckensteine abgeben.

Besondere Untersuchungen hat Steuer dem Sonnenbrand der Basalte gewidmet. Es hat sich hierbei gezeigt, daß Sonnenbrand bei den kieselsäurereichen Basalten, bei denen die Feldspatkristalle wie ein zusammengefallenes Dachsparrengerüst im Dünnschliff erscheinen, ophitisch gelagert sind, nicht vorkommt. Dagegen findet sich bei den kieselsäurearmen Basalten, die auch Kalk enthalten, eher Sonnenbrand. Er kann erkannt werden, wenn man Basaltstücke lange in destilliertem Wasser kocht und dann warm hält oder zur Abkürzung des Verfahrens mehrmals bis auf 40 ° erhitzt und dann abkühlt. Es bilden sich dann graue Flecken und Spinnenbeinen ähnliche Risse.

Bei der Beurteilung der Gesteine können Normen wenig gegeben werden. Sie können den Mangel an Kenntnis in der Gesteinkunde nicht ersetzen. Selbst Gesteine gleicher Art sind in ihrer Zusammensetzung durchaus verschieden. Die Beurteilung der Eigenschaften muß auch dem Zweck, dem die Gesteine dienen sollen, angepaßt werden. Darum setzt eine erfolgreiche Anwendung der auf wissenschaftlichem Wege erreichten Kenntnis bei dem bauenden Ingenieur eine gute Kenntnis in der Geologie und Petrographie voraus. Dieses Lehrgebiet müßte daher auf den technischen Hochschulen noch erweitert werden.

Prof. Hoepfner, Danzig, ging in seinem Vortrag

„Die Materialprüfung auf dem Gebiete der Asphalte und Teere im Dienste des Straßenbaues“

davon aus, daß die Instandsetzung der Straßen in dauerhafter Weise solche Mittel erfordert, daß man nur langsam damit vorankommt, während ein Teil der Straßen weiter verfällt. Es muß daher versucht werden, mit leichteren Bauweisen einen großen Teil der Straßen zu erhalten, bis sie an der Reihe sind, dauerhafter befestigt zu werden. Hier bieten gerade die leichten Asphalt- und Teerverfahren, die auch billig sind, ein ausgezeichnetes Mittel, die Straßen in die Hand zu bekommen. Die hierfür bisher aufgestellten Prüfverfahren und Bewertungsmaßstäbe sind noch recht unsicher. Aber die Forschungsarbeiten in der Versuchsanstalt führen allein nicht zum Ziel. Ganze Arbeit kann nur gemacht werden, wenn die Straßenbauverwaltungen sich entschließen, die Baustoffe fortlaufend von den Hochschullaboratorien untersuchen zu lassen, weiterhin die Decken fortlaufend beobachten und außerdem Deckenstücke den Laboratorien mit ihren Beobachtungen einsenden. Nur wenn so Versuchsanstalt und Baupraxis ihre Erfahrungen austauschen, kann die Grundlage für eine Normung in der Prüfung der Straßenbaustoffe geschaffen werden.

Dr.-Ing. E. h. Deidesheimer untersuchte in seinem Vortrag über

„Wirtschaftliche und steuerliche Notwendigkeiten für die Zukunft der Straßen“,

welche Mittel notwendig sind, um die deutschen Straßen in Ordnung zu bringen. Unter Zugrundelegung der Verkehrsbelastung der Straßen nach den statistischen Angaben über die deutsche Verkehrzählung des Deutschen Straßenbauverbandes vom Jahre 1924/25 hat er eine Summe von 2,6 Milliarden RM errechnet, die in 10 Jahreszahlungen aufgebracht werden soll. Für ihre Deckung, zuschläglich 15 Mill. RM für Unterhaltung, schlägt er vor: einen jährlichen Zuschuß des Reiches von 120 Mill. RM aus dem allgemeinen Reichshaushalt als Deckung der Schäden, die der allgemeine Verkehr ohne Kraftverkehr verursacht, 90 Mill. RM aus einer Kraftwagensteuer nach dem Gewicht und 65 Mill. RM aus einer Reifensteuer.

Gegen diese Ausführungen wurde sofort in einer anschließenden Besprechung von dem Vertreter des preußischen Landkreistages eingewendet, daß die Berechnung zu niedrig sei, und von dem Vertreter des Reichsverkehrsministeriums, daß die Kraftwagensteuer nach einem Gutachten des Reichswirtschaftsrates als Pauschsteuer beibehalten werden und nach dem Hubvolumen und dem Gewicht bemessen werden solle, worüber der Reichstag beschließen werde.

Der Präsident des Interessenverbandes deutscher Kraftfahrer, Lauber, sprach über

„die Anforderungen an den Straßenbau vom Standpunkte des Kraftfahrers“.

Er forderte, daß die Quergefälle möglichst flach gehalten, Straßenbäume und Gräben beseitigt werden. Die Fahrbahn soll mindestens 8 m breit sein, damit man mit 80 bis 90 km Fahrgeschwindigkeit sicher fahren kann. Enge Ortschaften müssen durch breite Straßen umgangen werden. Straßensperrungen sind zu vermeiden, Umfahrten sind übersichtlich zu kennzeichnen. Auch die andern Fahrzeuge müßten sich an die Verkehrsbestimmungen halten.

Die Technische Messe bot auf dem Gebiete der Straßenbaumaschinen ein bemerkenswertes Bild. Reiche Auswahl wurde an Dampfwalzen, vor allem an Motorwalzen geboten. Neben den bisher schon bekannten Formen ist eine Dreirad-Dieselmotorwalze der St walzenfabrik J. A. Maffai & Jacob, Leipzig, zu erw bei der der Aufbau aus dem Mechanismus heraus entw ist. Durch die Verwendung eines Mehrzylindermotor 30 PS soll der Lauf erschütterungsfreier sein, was fü phaltstraßen gefordert werden muß. Blockierbares gleichgetriebe soll das Fahren durch kleine Krümm ermöglichen. Die Lenkung ist kettenlos und spielfr Maschine sicherlich sehr wendig.

Die bisher von dieser Maschinenfabrik gebaute Zweiradwalze hat ebenfalls wesentliche Verbes gen erhalten. Die umsteuerbare Dampfmaschine ermö die Fahrtrichtung schnell und erschütterungslos umzuk Die Lenkung erfolgt ähnlich wie bei Kranen, so da Führer in jeder Stellung auf der Maschine nach de fühl lenken kann.

Auch die Berliner Maschinenbaugesellschaft A.-G. L. Schwartzkopff hat ihre Asphalt-Zweiradw die schon auf der Tagung im März 1926 vorgeführt w war, wesentlich verbessert. Sie liefert Zweiradwalze 3 bis 6 t Dienstgewicht und eine Dreirad-Heißdamp mit 7,5 t Gewicht. Auch die schwereren Walzen zeig Aufbau Neuerungen, durch die besonders ein genaue sammenbau ermöglicht und der Ersatz beschädigter erleichtert werden soll. Eine Dieselmotorwalze von Gewicht wurde auch von der Lokomotivfabrik Hensc Sohn, Kassel, vorgeführt.

Um beim Überziehen der Straßendecken mit Tee Asphalt große Leistungen erzielen zu können, benutz Sprengwagen, die die Masse unter Druck durch Düse die Straße sprengen. Die Vereinigten Maschinenfa Henschel & Sohn und Linnhoff führten einen Sprengwagen vor, mit dem es möglich ist, die mit Druckluft vom Staube zu reinigen und die Masse kalt oder heiß aufzusprengen. Die Maschine kann auch als Wassersprengwagen und Feuerlöschwagen b werden. Das ganze Gerät ist auf einem Lastwagenra von 5 t Tragfähigkeit aufgebaut. Die Sprengbreite b 5 m. Die Düsenrohre können aber eingeschwenkt werd daß die Wagenbreite nicht überschritten wird. Die luftanlage kann zugleich zum Reinigen der Leitunge Düsen benutzt werden. Die Masse wird durch eine Va pumpe in 6 min aus dem Voratsbehälter in den Kess pumpt und in 15 min ausgesprengt. Die Wirtschaftli wird von der Einschränkung der Leerfahrten abhäng

Dem Anstrich muß ein schnelles Nachsplitte Decken folgen. Bei Verwendung von Sprengwagen kaum möglich, diese Arbeit mit der Hand zu leisten. halb wurden auf der Messe mehrere Arten von Sp streumaschinen vorgeführt, die diese Arbeit und schnell ausführen sollen. Der Splitt fällt aus eine hälter durch einen Spalt in eine Walze mit Tasche sich entsprechend der Fahrgeschwindigkeit dreht un Splitt aus den Taschen auf die Straßendecke wirft. mit dem Wagen verbundene breite Walze drückt den gleich an. Dieser Streuwagen kann gleich an den Sp wagen angehängt werden. Die Splittstreuwalze der schen Bedarfs-Gesellschaft (Deubag), Breslau, hat ei Antrieb durch einen 10 PS-Motor.

Da auf 100 m² besprengte Decke etwa 1 m³ Split braucht werden und Sprengwagen gut 10 000 m² an Tage leisten, so würden die Splittstreuer 100 m³ verarb müssen. Das sind etwa zehn Eisenbahnwagen. Auch wird die Wirtschaftlichkeit von der Möglichkeit, Massen heranzuschaffen, und dem Umfang der Leerfa abhängen.

Eine klein gehaltene und leicht bewegliche Dr luftanlage, mit der die Straße von Staub Schmutz gereinigt und aus einem miteingebauten Teer oder Asphalt mit Druck aufgesprengt werden wurde von der Firma Knorrbremse A.-G. vorgeführt

Um auch die Herstellung von Pflasterstraßen vo schwerfälligen Handarbeit wenigstens etwas frei zu ma hat man maschinelle Pflasterrammen ausgebildet denen drei verschiedene Arten auf der Ausstellung g wurden. Eine Eßlinger Maschinenfabrik hat den Bau in Schweden bereits erfolgreich eingeführten Pflasterra aufgenommen, die auf zwei Rädern läuft. Der Fallbär von einem Reibgetriebe, das von einem Einzylinder bewegt wird, angehoben und nach Erreichen einer Hö stellung, die verändert werden kann, durch eine Auslö fallen gelassen. Der Motor treibt auch zugleich den W an. Der Wagen wird von einem Arbeiter geführt un steuert. Diese Maschine kann 3 bis 6 Rammer ersp

Die Ramme der Deutschen Elektromaschinen- und torenbau-A.-G., Eßlingen, besteht in einem Zylinder Kolben. Der Kolben stützt sich mit der Kolbenstange das Pflaster. In den Zylinder wird Benzin eingeführt

idet wird. Durch die Explosion wird die ganze Ramme
eworfen. Sobald der Kolben die Auspuffschlitze er-
hat, entweicht der Überdruck, Federn reißen den
n zurück, und die Ramme, die ein Gewicht von 35 bis
hat, fällt nieder. Das Gerät ist handlich. Der Kraft-
nd des Rammers ist gering. Da die einzelnen Spiele
sehr schnell wiederholen können, wird auch diese
e etwa die Leistung von vier bis fünf Arbeitern er-

aschinen für den Betonstraßenbau
nur in geringer Zahl vertreten, ein Straßenfertiger
aschinenfabrik A.-G. Dingler, Zweibrücken (Pfalz),
ie verschiedenen Arten Betonmischer, die aber auch
dre Bauaufgaben verwendet werden können.
tgart [N 270] Prof. Dr.-Ing. E. Neumann

Elektrotechnik

50 kV-Kabel für Holland

ie Provinciale en Gemmeentelijke Elektriciteits-Maat-
pij, Amsterdam, hat im vorigen Jahr eine rd. 11 km
Kabelleitung zwischen Haarlem und Velsen verlegen
[1]. In drei mit Strahlungsschutz versehenen Einleiter-
der Firma Felten & Guilleaume, Carlswerk, A.-G.,
Mülheim, wird Drehstrom von 50 kV Spannung über-
; ein viertes Kabel dient zur Aushilfe. Die Kabel
ir Verlegung im Erdboden und im Wasser verschieden
. Am Lande sind die vier Kabel zusammen mit einem
Kabel in einem Kabelgraben verlegt; Abstandstücke
die Kabel in 200 mm Mittenabstand. Abb. 19 zeigt übereinander gezeichnet die halben Querschnitte des Wasser- und des Landkabels; die Landkabel haben 120 mm² Kupferquerschnitt, die Wasserkabel, die man bei den Kreuzungen der Flußläufe verlegt hat, 150 mm²; die Umwehrungsdrähte aus Sonderstahl gestatten, die Verluste herabzusetzen. An den Kabelmuffen wurden diese Drähte eingeklemmt, damit sie den Kabelzug beim Nachgeben des Untergrundes aufnehmen und die Leiterverbindungen vom Zug entlasten.
[M 840] Pa.

[1] Carlswerk-Rundschau 1927 Nr. 1 S. 15.

Wasserkabel
Landkabel
RZ840Z1

Abb. 19
50 kV-Kabel für Holland

Kleine Mitteilungen

Dieselelektrischer Eisenbahnzug

ie Buenos Aires and Great Southern Railway hat für
orortverkehr von Buenos Aires einen Eisenbahnzug
t, der aus zehn Personenwagen und zwei Maschinen-
bestehen soll. Die Maschinenwagen sollen an den
des Zuges laufen und Strom für den Betrieb von
n liefern, die alle Achsen antreiben. Sie erhalten
ei Achtzylinder-Dieselmotoren von je 600 PS bei
l./min, die mit Gleichstromerzeugern für 750 V ge-
t werden. Die Dieselmotoren werden von der Firma
Sulzer, die Stromerzeuger von der Firma Oerlikon
rt. Aus jeder der vier Maschinengruppen werden
tor von 100 kW für den Antrieb der Maschinenwagen
nf Motoren von je 75 kW für den Antrieb der Per-
vagen versorgt. Der Zug soll eine Anfahrbeschleuni-
von 1,5 m/s² und auf Strecken von 30 bis 48 km Länge
6 bis 3 km Abstand der Haltestellen eine mittlere
eschwindigkeit von 45 km/h erreichen. Auch für
agen und Lokomotiven mit hydraulischer Über-
g sind Dieselmotoren bestellt worden. („The
eer" 4. November 1927 S. 520) [N 965 a] H.

chdruckdampfbetrieb in englischen Kraftwerken

H. Law und J. P. Chittenden haben in einem
g in der Institution of Electrical Engineers am 3. No-
1927 mitgeteilt, daß der höchste Dampfdruck in
englischen Kraftwerk zur Zeit 31,5 at am Absperr-
beträgt. Für das Kraftwerk Bradford sei aber eine
altanlage für Dampf von 77 at Überdruck und 427°
t, deren Kessel von 42,5 t/h Dampfleistung von Bab-
Wilcox und deren Turbine von 2500 kW Leistung
at Gegendruck von der English Electric Co. geliefert
soll. („The Engineer" 4. November 1927 S. 514)
65 b] H.

ott-Still-Schiffsmotoren neuerer Bauart

s Doppelschrauben-Motorschiff „Eurybates" von
-R.-T. wird von zwei Scott-Still-Dieselmotoren an-
en. Im Gegensatz zu der Erstausführung dieser Bau-
das Motorschiff „Dolius" hat man hier die Dampf-
r vollständig von den Dieselzylindern getrennt.
Motor besteht aus fünf einfachwirkenden Dieselzylin-
on 686 mm Dmr. und zwei doppeltwirkenden Dampf-
rn von 610 mm Dmr. Der Hub beträgt für alle
er 1143 mm. Die Motoren leisten insgesamt 5000 PS_e
Uml./min. Als Dampfsammler sind zwei Kessel vor-
n, ein größerer für 12,6 at und ein kleinerer für 1 at
uck. Beim Manövrieren wird der größere Kessel
elbar durch Ölfeuerung geheizt. In schiffbaulicher
ht ist bemerkenswert, daß der Schiffsrumpf aus Stahl höherer Festigkeit hergestellt ist, so daß angeblich die Ladefähigkeit um rd. 250 t größer ist als bei Verwendung von gewöhnlichem Schiffbaustahl. („The Engineer" 4. November 1927 S. 499) [N 965 c] Ls.

Einheitliche Wechselstromfrequenz in England

In England ist von der Elektrizitätskommission, die einen Plan für die Stromversorgung ausgearbeitet hat, als Norm die auch in Deutschland übliche Frequenz von 50 Per./s festgesetzt worden. Das bedingt natürlich bei den mit anderen Frequenzen betriebenen Wechselstromnetzen große Umänderungen. Der erste Schritt hierzu ist jetzt in Glasgow getan worden, wo ein Turbostromerzeuger für 25 000 kW und 50 Per./s als Ersatz für die vorhandenen Maschinen mit 25 Per./s bestellt wurde. Wie die Elektrizitätswerke die Schwierigkeiten bei den Strombeziehern überwinden werden, namentlich soweit sie Elektromotoren besitzen, ist nicht angegeben. („The Engineer" 4. November 1927 S. 499) [N 965 d] Pa.

Selbsttätige Vermessungsmaschine

Eine Maschine zum selbsttätigen Aufzeichnen des Höhenprofiles von Wegen ist von J. H. Williams, Hankau, entworfen worden. Auf einem zweiräderigen Fahrgestell ruht ein Rahmen, der durch ein Pendel wagerecht gehalten wird und einen Schreibstift trägt. Dieser Rahmen trägt verschiebbar einen zweiten Rahmen mit dem Papier zum Aufzeichnen des Profiles. Sobald das Fahrzeug an eine Wegsteigung kommt, wird dieser zweite Rahmen durch die Relativbewegung des Pendels gegenüber dem Fahrgestell seitlich verschoben, wodurch auf dem von den Fahrgestellrädern durch ein Getriebe bewegten Papierstreifen das Höhenprofil des Weges aufgezeichnet wird. Für den Höhen- und den Längenmaßstab sind verschiedene Übersetzungen einstellbar. („The Engineer" 4. November 1927 S. 519*)
[N 965 e] Pa.

Mittels Lichtbogens geschweißte Eisenbahnbrücke

In den Vereinigten Staaten von Amerika wird man demnächst mit dem Bau einer Eisenbahn-Fachwerkbrücke beginnen, bei der alle Verbindungen mit Lichtbogenschweißung hergestellt werden, so daß die Brücke praktisch ein starres Bauwerk aus einem Stück sein wird. Die Brücke wird rd. 53 m lang sein. Für ihren Bau sind nur 80 t Stahl erforderlich, während eine gleich große Brücke mit der normalen Nietung 120 t gebraucht haben würde. Der Entwurf der Brücke stammt von der Westinghouse Co., die sie zur Verbindung eines ihrer Werke mit der Boston and Maine-Eisenbahn über einen Kraftwerkkanal in der Nähe der Chicopee-Wasserfälle, Mass., bauen läßt.
[N 965 f] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt a. d. Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Diskussionsbericht Nr. 12: **Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen.** Zürich im Juni 1926. 46 S. m. zahlr. Abb.

Das vorliegende Heft gibt die Berichte und Aussprachebemerkungen über schweißtechnische Arbeiten in der Schweiz wieder. Oberingenieur Höhn berichtet über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen; er geht insbesondere näher ein auf die Festigkeit der Schweißnähte und gibt wertvolle Zahlentafeln der Ergebnisse seiner planmäßigen Versuche. Die Anwendung des Schweißens im Kessel- und Behälterbau ist dank der erfolgreichen Pionierarbeit von Höhn in der Schweiz bereits groß. Aber mit Recht sagt Höhn zum Schluß: „Die autogene und die elektrische Schweißung haben technologisch offenbar noch nicht die letzte Entwicklungsstufe erreicht. In der Konstruktion ist ebenfalls noch vieles zu verbessern. Wie die Nietnaht seit der Herstellung der Wattschen Kofferkessel in ihrer Konstruktion ganz erhebliche Fortschrite gemacht hat, so wird es auch die Schweißnaht tun."

Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen berichtet Direktor Sonderegger der Maschinenfabrik Escher Wyß; er gibt eine große Fülle trefflicher Beispiele für die Anwendung des Schweißens beim Bau von Eisenkonstruktionen, Behältern, Rohrleitungen, Gehäusen für Wasserturbinen, im Schiffbau u. a. Auf die elektrische Schweißung im Eisenbahnbrückenbau geht der Aufsatz von H. Fröhlich ein. Die Aussprache zu diesen Vorträgen bringt eine Reihe wertvoller Bemerkungen über Festigkeitswerte der Schweißnaht und über metallurgische Fragen.

[E 878] Dr. A.

Die **Herstellung der Blattfedern.** Von T. H. Sanders. Deutsche Übersetzung von A. Cecerle. Berlin 1927, Julius Springer. 245 S. m. 187 Abb. Preis 27 ℳ.

Eine Übersetzung hat nur dann einen Sinn, wenn sie in ihrem Verbreitungsgebiet leichter zu lesen ist, als der Text in einer fremden Sprache. Das ist bei dem vorliegenden Buche nicht der Fall. Außer Ungenauigkeiten in jedem Satz enthält das Werk eine Menge von Fehlübersetzungen. Dennoch ist das Buch für den Fachmann von großem Wert; denn in ihm sind die reichen Erfahrungen des Verfassers niedergelegt. [E 890] De.

Grundriß der anorganischen Chemie. Von Carl Oppenheimer. Leipzig 1927, Georg Thieme. 332 S. Preis 7 ℳ.

Grundriß der organischen Chemie. Von Carl Oppenheimer. 13. Aufl. Leipzig 1927, Georg Thieme. 181 S. Preis 4 ℳ.

Beide Bücher gehören zu den besten ihrer Art. Überall versteht es der Verfasser, das Wesentliche klarzustellen. Der 167 Seiten umfassende Allgemeine Teil der „Anorganischen Chemie" enthält in knapper Form die Grundlagen der Chemie. Auch die neuesten Erkenntnisse, z. B. die Ergebnisse der Relativitätstheorie, sind berücksichtigt. Eine Neubearbeitung hat der Abschnitt über elektrolytische Dissoziation erfahren. Der spezielle Teil ist in üblicher Weise eingeteilt in die Kapitel „Nichtmetalle" und „Metalle".

Die „Organische Chemie" zeigt in besonders klarer Weise den Aufbau dieses Gebietes, wobei immer wenig Wert auf die Wiedergabe von Einzelheiten gelegt ist. Der Stoff wird unter den Stichworten „Fettreihe", „Zyklische Verbindungen" in einem allgemeinen und speziellen Teil behandelt.

Obwohl beide Bücher von der Schilderung tech[n.] Verfahren fast gänzlich absehen, sind sie doch auch f[ür den] Ingenieur, der sich gelegentlich schnell über grundsä[tzliche] Fragen unterrichten will, äußerst brauchbar.

[E 934] Dr.

Thermodynamische Grundlagen der Kolben- und Tur[bokom]pressoren. Von Adolf Hinz. 2. Aufl. Berlin, Julius Springer. 68 S. m. 73 Abb. u. 20 Taf. Prei[s]

Elektrizität in industriellen Betrieben. Herausgeg. W. Philippi. VII. Bd.: **Einzelantrieb von We[rkzeug]maschinen.** Ein Hilfsbuch für alle Metall verarbei[tenden] Betriebe. Von Karl Meller. Leipzig 1927, S. 224 S. m. 212 Abb u. 20 Tabellen. Preis 18 ℳ.

Die Entwicklung der selbsttätigen Einkammer-Dru[ck]bremse bei den europäischen Vollbahnen. Von W. Hildebrand. Berlin 1927, Julius Springer. m. 234 Abb. Preis 18 ℳ.

Lehrbuch der Ballistik. 3. Bd.: **Experimentelle Ba[llistik].** Herausgeg. von C. Cranz unter Mitwirkung von [...]hard und K. Becker. 2. Aufl. Berlin 1927, Springer. 408 S. m. 138 Abb. u. 56 Abb. im A[...] Preis 39 ℳ.

Metallographie. Von W. Guertler. 2. Bd., 2. Teil, [...]schnitt, 1. Lfg.: **Die elektrische und thermische [Leit]fähigkeit.** Von A. Schulze. Berlin 1927, Gebr. [Born]träger. 147 S. Preis 15,20 ℳ.

Metallographie. Von W. Guertler. 2. Bd., 2. [...] 7. Abschnitt, 2. Lfg.: **Die thermische Leitfähigkeit.** A. Schulze. Berlin 1927, Gebr. Bornträger. Preis 12,40 ℳ.

Die chemische Analyse seltener technischer Metalle. R. B. Moore. Unter Mitwirkung von J. E. C[...] J. P. Bonardi, C. W. Davis und J. W. Harden. Üb[ers.] und umgearb. von Horst Eckstein. Leipzig 1927, [Aka]demische Verlagsgesellschaft. 295 S. Preis 15 ℳ.

Lehrbuch der chemisch-technischen Wirtschaftslehre. Albert Sulfrian. Stuttgart 1927, Ferdinand [...] 283 S. m. 63 Abb. Preis 18,30 ℳ.

Lehrbuch der Stückzeit-Ermittlung in der Maschinenfa[brik]. Von Heinrich Tillmann. München und Berlin, R. Oldenbourg. 158 S. m. 97 Abb. Preis 12,50 ℳ.

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. [...] Funktionen einer Veränderlichen. Von R. Cou[rant]. Berlin 1927, Julius Springer. 410 S. m. 127 Abb. [...] 18,60 ℳ.

Göschens Lehrbücherei. 1. Gruppe: Reine Mathe[matik]. Bd. 10: **Gewöhnliche Differentialgleichungen.** Von J. [...] Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. [...] m. 4 Abb. 2. Aufl. Preis 10,50 ℳ.

Sammlung Göschen, Nr. 970: **Nichteuklidische Geo[metrie].** Hyperbolische Geometrie der Ebene. Von Richard [Bal]dus. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter [...] 152 S. m. 71 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Sammlung Göschen, Nr. 932: **Höhere Algebra.** II. Gle[ichun]gen höheren Grades. Von Helmut Hasse. Berli[n und] Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 160 S. m. [...] Preis 1,50 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
.'1 SONNABEND, 26. NOVEMBER 1927 Nr. 48

Selbsttätige Zugüberwachung

Von Dipl.-Ing. Carl Wolff, Hamburg

Notwendigkeit und Möglichkeit der selbsttätigen Zugüberwachung — Fahrsperren: einfache Bauart mit Hebelanschlag, elektromechanische Einrichtungen, induktive Fahrsperre — Wiederherstelleinrichtung — Anwendungsbereich selbsttätiger Fahrsperren

Die Notwendigkeit der Zugüberwachung

on lange versucht man die Zeichen der ortfesten ignale selbsttätig auf die Lokomotive zu übertragen, m Nichtbeachtung durch den Führer zu verhindern. reits in den achtziger Jahren des vorigen Jahr-ts ersann Axel Voigt, Ingenieur der amerihen Pennsylvaniabahn, eine Vorrichtung[1]), bei irch einen am Signalmast befindlichen, mit dem lügel gekuppelten Arm ein auf dem Lokomotiv-befestigtes, mit der Luftdruckbremsleitung in Verg stehendes Glasrohr abgeschlagen wurde, wenn sich gnal in Haltlage befand und ein Zug an dem Signal rfuhr. Die Bremsluft strömte über das zerbrochene hr aus, so daß die Bremsen in Tätigkeit traten. jedoch das Signal auf Fahrt, so glitt das Glasrohr dem hochstehenden Arm frei hindurch. Diese Vorng hat sich bei Vollbahnen nicht bewährt, weil unhtigter Bruch der Rohre vorkam, und wurde bald verlassen. Alle Bestrebungen, sie immer wieder reifen, sind vergebens gewesen.

den Jahren vor dem Weltkriege wurden auch in hland eine Reihe von Vorrichtungen durchgeprüft, doch nur optisch oder akustisch dem Lokomotiv- von der Stellung des nächsten Signals Kenntnis , aber nicht auf die Bremse des Zuges wirkten[2]). ging von der ganz richtigen Ansicht aus, daß die agungsmittel erst einmal gründlich erprobt werden , ehe man weitergehende Entschlüsse fassen konnte. glische und französische Bahnen führten jedoch auf ihrer eingehenden Versuche verschiedenartige Vorgen ein, wohl mehr gezwungen durch die öffent-Meinung als auf Grund der inneren Überzeugung. kräftigen Anstoß für weitere Beschäftigung mit der gaben erst die Amerikaner, die durch die soge- „Train order" der Interstate Commerce Commission 3. Juni 1922 der ganzen Frage eine feste Form). Durch diese Verordnung wurden 92 Bahnen geen, auf einer bestimmten Strecke ihres Netzes eine oder Geschwindigkeitsüberwachung nach eigener einzuführen und alle auf der Strecke laufenden Lokon damit auszurüsten. Die Verordnung sagt nicht, klich die Gefahren ausschlaggebend für die Herausvaren. Denn so schlimm, wie es die Verordnung rt, sind selbst die amerikanischen Verhältnisse

utsche Statistiken stehen mir nicht zur Verfügung. dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahnschaft über das Geschäftsjahr 1925 waren 6,9 vH Unfälle auf Zusammenstöße zurückzuführen. Die ler bei diesen Zusammenstößen getöteten oder ver- Personen geht aus der Aufstellung nicht hervor. einer Aufstellung von Couvé[5]) sind im Jahre von 359 Zusammenstößen und Entgleisungen 83 Fälle, also 23 vH der 359 Fälle auf Verschulden der Lokomotivbesatzung zurückzuführen. In 23,7 vH dieser 83 Fälle hat die Lokomotivbesatzung bei der Beobachtung der Signale und der Strecke versagt. Da sich aber nach dem Geschäftsbericht im Jahre 1925 die Zusammenstöße zu den Entgleisungen wie 1 : 2 verhalten, so sind die Fälle, bei denen die Zugüberwachung einen wesentlichen Vorteil hat, sehr gering an Zahl. Wenn man aber anderseits bedenkt, daß so schwere Unfälle der letzten Jahre, wie z. B. die Zusammenstöße von Herne und München, durch sie hätten vermieden werden können, so erscheint die Absicht unsrer maßgebenden Signalfachleute wohl begründet, unsern zweifellos hochentwickelten Sicherungseinrichtungen neue weitergehende Sicherungsmittel beizugeben.

Man muß sich indessen klar sein, daß die Einführung der Zugbeeinflussung die Verminderung der Gefahren auf unsern Bahnen nur in dem vorher angegebenen Ausmaße herbeiführen kann. Die Zugbeeinflussung ist eben kein Allheilmittel. Eine derartige Vorrichtung kann nur den Zweck haben, solche Unfälle (und zwar Zusammenstöße) zu vermeiden, die auf ein Versagen des Personals, auf einen Irrtum in bezug auf die Stellung der Signale zurückzuführen sind. Im allgemeinen aber entstehen Zusammenstöße aus folgenden Ursachen: Fehler in der Bremse, Signalstörungen, Verstöße des Personals gegen die Vorschriften und Befehle und Fehler in der Beobachtung der Signale.

Selbstverständlich scheiden die Bremsstörungen vollkommen aus, da ihnen mit den Zugbeeinflussungen nicht beizukommen ist. Störungen, bei denen das Signal auf Fahrt stehen bleibt, sind so selten, daß Zusammenstöße kaum auf diesen Grund zurückzuführen sein dürften, besonders, wenn, wie auf den deutschen Bahnen einheitlich, zwischen den Signalen Folgeabhängigkeit besteht, d. h. wenn ein Signal erst auf Fahrt gehen kann, sobald das nächste in die Haltlage zurückgegangen ist. Auch die Zusammenstöße, die auf Verstößen gegen die Vorschriften beruhen, werden zum größten Teil nicht durch die Vorrichtungen zu beseitigen sein. Es bleiben nur solche Fälle übrig, die in ungünstigen Witterungsverhältnissen, Rauch, schlechter Sichtbarkeit der Signale, Streckenunkenntnis, Ablenkung der Führer oder ihrem physischen Versagen begründet sind. Fehler, die darauf beruhen, daß ein Signal unbeachtet bleibt, obwohl es erkannt und verstanden wird, sind sehr selten.

Alle andern Arten von Unfällen scheiden vollkommen aus, wie z. B. Beschädigungen des Bahnkörpers und der Gleise, Hindernisse auf der Fahrbahn, Zusammenstöße bei geringer Fahrgeschwindigkeit.

Die Möglichkeit der Zugüberwachung

Ehe auf die Zugüberwachung näher eingegangen wird, ist eine Vorbetrachtung über das Verhältnis der vorhandenen Signalanordnungen zu ihr notwendig. Die meisten Signalordnungen kennen theoretisch nur die Begriffe des absoluten Signals, eines Signals, das unbedingt Halt gebietet. Praktisch ist diese Bestimmung durch be-

„Railway Signaling" Bd. 15 (1922) S. 426.
Hoogen, „Stellwerk" Bd. 9 (1914) S. 177.
„Railway Signaling" Bd. 15 (1922) S. 256.
„Railway Signaling" Bd. 20 (1927) S. 30.
Couvé, Die Psychotechnik im Dienste der Deutschen Reichs- erlin 1925, S. 23.

sondere Zusatzvorschriften soweit eingeschränkt, daß man von absoluten Signalen eigentlich nicht mehr sprechen kann. Man unterscheidet Signale, die Weichen decken, und solche, die am Anfang von Blockstrecken stehen, in denen keine Weichen vorhanden sind. Nach den erwähnten Einschränkungsvorschriften ist es zulässig, daß der Zugführer Signale, die aus irgendeinem Grunde, sei es infolge von Signalstörungen oder weil der vorliegende Blockabschnitt noch irgendwie besetzt ist, auf Halt liegen, unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen überfahren darf. Man gibt dem Führer, der vor einem auf Halt liegenden Signal zum Stehen gekommen ist, entweder schriftlich oder mündlich einen Befehl, an dem Signal trotz der Haltstellung vorbeizufahren und dann mit verminderter Geschwindigkeit über die gestörte oder besetzte Strecke zu fahren, so daß er jederzeit in der Lage ist, vor einem auftretenden Hindernis zu halten. Decken die Signale Weichen, so ist es selbstverständlich, daß den Auftrag zum Überfahren eines solchen Signals nur der erteilen kann, der über die Stellung der Weichen, die der Zug befährt, unterrichtet ist; denn man kann dem Führer nicht zumuten, trotz langsamer Fahrt die richtige Stellung der Weichen zu erkennen, noch kann der Führer wissen, ob die Weichen während der Zugfahrt nicht umgestellt werden.

Anders liegt der Fall bei den Signalen, die keine Weichen decken, also bei den einfachen Blocksignalen. Hier steht nichts im Wege, daß der Führer unter entsprechender Vorsicht ein derartiges Signal überfährt, nachdem er sich von der Haltstellung überzeugt hat. Es ist nicht notwendig, daß ein Beamter der Strecke bei der Befehlsübermittlung mitwirkt, was unter Umständen, wenn selbsttätige Signale vorhanden sind, überhaupt nicht möglich ist. Auf die Forderungen der deutschen Vorschriften, daß der Zugschluß unter allen Umständen beobachtet werden muß, wird man nach Einführung der durchgehenden Bremse bei allen Zuggattungen verzichten können.

Falls die Streckenkenntnis des Führers nicht so weit geht, daß er die verschiedene Bewertung der Signale im Gedächtnis haben kann, muß man nach dem Vorbild der Amerikaner zwei verschiedene Signalformen einführen. Der Führer weiß dann stets, wie er sich den Signalen gegenüber zu verhalten hat.

Kommt man zu der Erkenntnis, daß es im Sinne der Leistungssteigerung einer mit Zugüberwachung ausgerüsteten Strecke liegt, wenn Blocksignale überfahren werden dürfen, so ist vor allem die Frage zu entscheiden, ob ein Zug, der auf ein Haltsignal trifft und dessen Führer die Gefahrstellung als solche richtig erkannt hat, halten soll oder ob er ohne zu halten weiterfahren darf, nachdem er die Geschwindigkeit auf eine dem Gefahrzustand entsprechende verringert hat. Man findet, daß es ganz gleichgültig ist, ob der Zug hält oder nicht, wenn nur dafür gesorgt wird, daß der Zug im Gefahrenabschnitt die vorgeschriebene verminderte Geschwindigkeit beibehält und sie nicht etwa überschreitet. Die einfache F a h r s p e r r e, in welcher Form sie auch erscheint, löst die Schwierigkeit natürlich nicht. Ob der Blockwärter nach dem Halten des Zuges einen mündlichen oder schriftlichen Befehl zur Weiterfahrt erteilt, nachdem der Führer die Einwirkung der Fahrsperre beseitigt hat, ist belanglos, eine solche Mitwirkung erschwert nur den Zugbetrieb bei Störungen und gibt zu Verspätungen Anlaß. Man kann auch durch andre Mittel feststellen, ob der Führer die Haltstellung erkannt und darauf richtig gehandelt hat.

Will man aber erzwingen, daß der Führer auch die vorgeschriebene Geschwindigkeit einhält, so muß man die Vorrichtung im Sinn einer Geschwindigkeitsüberwachung erweitern, was selbstverständlich die Anlage verwickelter und dementsprechend kostspieliger macht. Man kann diese Geschwindigkeitsüberwachung in drei Richtungen ausbauen, erstens so, daß man ganz allgemein eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit ganz ohne Rücksicht auf Signale nicht überschreiten läßt, zweitens so, daß man den Führer verhindert, im Gefahrenabschnitt eine vorgeschriebene Geschwindigkeit zu überschreiten, drittens so, daß man die Fahrgeschwindigke Zuges schon vor dem Haltsignal auf die vorgesc Geschwindigkeit herabsetzt.

Erweitert man die Vorrichtung in diesem S wird ein Halten am Haltsignal ganz unnötig. Da auch der häufig gehörte Einwand hinfällig, daß Steigungen hinaufkeuchende Güterzüge" durch e artige Vorrichtung zum Halten gebracht werden verständlich müssen Maßnahmen getroffen wer die Zeit zur Einhaltung der geringen Geschwi nicht zu sehr ausgedehnt wird, was bei lange strecken, wie wir sie in Deutschland auf de strecken im allgemeinen haben, zu unerträglich spätungen Anlaß geben könnte. Der Grund, Haltlage des Signals bedingte, kann nämlich sch nach dem Überfahren des Signals hinfällig we daß eine Weiterfahrt mit verringerter Geschwi unnötig wird. Man muß daher die Blockstreck kürzen, was wegen der Vermehrung der Sig handbedienten Signalen natürlich sehr unwirts wird, oder aber Maßnahmen treffen, die dem rechtzeitig Kenntnis von der Änderung des S zustandes geben.

Aber selbst nach Einführung der Geschwin überwachung liegt theoretisch kein Hinderungsgr einen unachtsamen Führer vor, daß er auch b samer Fahrt einen Unfall verursacht.

Das Halten am Signal kann vermieden werde die Sicherheit vorhanden ist, daß der Lokomot die Stellung des Signals richtig erkannt und sprechenden Maßnahmen ergriffen hat, d. h. die Geschwindigkeit erheblich vermindert hat. man nun eine Kontrolle hat, daß der Führer die Stellung erkannt und ohne eine selbsttätige kung auf die Bremse den Zug selbst abgebre kann man eine mit einem Zählwerk versehene tung, den sogenannten W a c h s a m k e i t s h e b führen. Der Führer kann durch Umlegen dieses der selbsttätigen Bremsung eines Zuges zuvork wenn er gleichzeitig durch Bedienen des Führe ventils die Geschwindigkeit seines Zuges he Unterläßt er nach Überfahrt des Haltsignals das legen des Hebels, so tritt nach einer gewissen Zei tätige Bremsung ein. Diese Maßnahme ist desh troffen, damit der Führer durch Festbinden des nicht die ganze Anlage außer Betrieb setzt. Al ist hier trotz alledem die Gefahrenmöglichke ganz ausgeschaltet. Legt der Führer den samkeitshebel zurück und bedient er die Brems genügend, so kann, wenn nicht eine Geschwind überwachung vorhanden ist, wie ein am 16. N 1926 in Fort Wayne in Amerika stattgefundener menstoß zeigt, noch ein Unfall eintreten[6]).

Grundzüge der Überwachung fahrender Zü

Es bestehen nun folgende Einrichtungen, di möglichen, auf den fahrenden Zug einzuwirken:

1. Zughaltevorrichtungen,
2. Zugüberwachungseinrichtungen,
3. Zugüberwachungseinrichtungen mit Gesch keitsreglung.

Der Fall 1 ist auch unter dem Namen Fahrsp kannt, er bedeutet ein völliges Halt für den Zug. jedoch gewöhnlich mit dem Fall 2 vereinigt, da es, gesehen haben, ein vollständiges Halt im allgemein mehr gibt.

In Abb. 1 bis 4 werden diese Fälle erläutert[7] Bremsverzögerungen sind beliebig angenommen, a Zuggattung — Personen- oder Güterzug — entsp abgestuft. In Abb. 1 bis 4 ist *A* der Punkt, wo di sperre oder die Zugüberwachungseinrichtung zu beginnt, auf Bremsentfernung vom Hauptsignal a men. Das wäre, auf unsre Verhältnisse übertrag Standort des Vorsignals. Ob dieser Punkt als gün bezeichnen ist, sei einstweilen dahingestellt. In ist die einfache Fahrsperre dargestellt. Bei Einw

[6]) „Railway Signaling" Bd. 20 (1927) S. 16.
[7]) „Railway Signaling" Bd. 16 (1923) S. 157 u. .

Abb. 1 bis 4
rkung verschiedener ugüberwachungs- richtungen auf die Zugbremsung (nach Dodgson)

Abb. 1 selbsttätige Fahr- re, bei Abb. 2 bis 4 Ge- vindigkeitsüberwachung

P Personenzug
G Güterzug

Zugüberwachungseinrichtung kommt der Zug vor dem Halt stehenden Signal zum Halten. Hat der Führer n Wachsamkeitshebel, so muß er zuerst zum Beseitider Fahrsperre halten, und wenn er dann ohne wei das auf Halt stehende Signal nicht überfahren darf, vird ein weiterer Aufenthalt die Folge sein, was ahrzeit natürlich unnötig verlängert. Hierzu kommt . daß man die Entfernung des Bremspunktes nach längsten an der Stelle vorkommenden Bremsweg ben muß.

Bei den städtischen Schnellbahnen spielt dieser and keine Rolle, weil infolge der Gleichartigkeit der attungen alle Züge denselben Bremsweg haben. ierig wird es erst auf Vollbahnen, wo den verschien Zuggattungen entsprechend alle möglichen Brems- vorkommen können. Abb. 1 verdeutlicht dies. Der 100 km/h fahrende Personenzug wird, wenn die Fahrre bei *A* wirkt, am Signal zum Halten kommen, wähder nur mit 60 km/h fahrende Zug gleicher Gattung ts auf eine größere Entfernung vor dem Signal hält. dem Zuge mit 20 km/h Geschwindigkeit ist es noch nstiger. Die Bremswege betragen nach Abb. 5, Schau- *b*, für die eben angezogenen Fälle etwa 500, 180 und). Der am langsamsten fahrende Zug würde etwa 460 m vom Standort des Signals zum Halten kommen, wenn man 500 m ohne Rücksicht auf verschieden wirkende Bremsen als höchste Bremsentfernung ansieht. Macht man noch Sicherheitszuschläge auf die Entfernung des Bremspunktes vom Signal, so wird der Zustand viel ungünstiger. Ein voll beladener Güterzug mit 33 vH Bremsachsen würde nach Abb. 5, Schaulinie *d*, bei der in Abb. 1 angenommenen Geschwindigkeit von 40 km/h einen Bremsweg von etwa 280 m haben, also auch 220 m vor dem Signal zum Halten kommen. Man könnte nun vorschreiben, daß ein durch die Fahrsperre gestellter Zug so lange liegen bleibt, bis das vor ihm liegende Signal auf Fahrt geht, oder aber es dürfen die auf größere Entfernung gestellten Züge an das Signal heranfahren, wenn es endgültig ist, oder ohne weiteres, wenn es bedingt ist, darüber hinausfahren. Theoretisch denkbar wäre es, daß der Führer des gestellten Zuges das absolute Haltsignal jetzt überfährt, eine Möglichkeit, dies zu verhindern, gibt es nicht. Ist das Signal aber bedingt, so ist keine Vorrichtung vorhanden, die es verhindern könnte, daß der Führer am Signal eine Geschwindigkeit erreicht, die nach den Vorschriften unzulässig ist.

Will man annähernd gleiche Bremswege erzielen, um die Züge ungefähr an derselben Stelle vor dem Haltsignal zum Stehen zu bringen, so müssen sämtliche verschiedenen

Nach Unterlagen der Firma Knorr-Bremse A.-G., Berlin-Lichtenberg.

Abb. 5
Bremsung bei der Kunze-Knorr-Bremse

a Zuggewicht 838 t, Bremse *S* Absperrhahn in Stellung I,
b „ 1023 t, „ *P* „ „ „ III
c Bremse *G*, unbeladener Güterzug von 860 t.
d „ „, vollbeladener „ „ 1750 t,
bei *c* und *d* ein Drittel aller Wagen gebremst.

Abb. 6
Bremsung bei der Kunze-Knorr-Bremse, 120 Achsen, zwei Lokomotiven, Güterzugbremse

a alle Wagen gebremst,
b ein Drittel der Wagen gebremst,
——— Zuggewicht (leere Wagen) 860 t,
- - „ (belastete Wagen) 1750 t

Abb. 7
Bremswege bei der Westinghouse-Bremse

Zuggattungen vorher auf Geschwindigkeiten gebracht werden, die ungefähr gleiche Bremswege ergeben. Nehmen wir z. B. einen Bremsweg von 400 m (wozu noch ein Sicherheitszuschlag käme), so könnte nach Abb. 5 und 6 ein Schnellzug am Bremspunkt etwa 97 km/h haben, ein Personenzug 89 km/h, ein vollbeladener Güterzug 62 km/h, ein leerer Güterzug 70 km/h, wenn alle Wagen gebremst werden, jedoch ein vollbeladener Güterzug 49 km/h, ein leerer Güterzug 53 km/h, wenn nur ein Drittel der Wagen gebremst sind. Diese Werte sind nach Unterlagen der Knorr-Bremse berechnet.

In Abb. 7 sind diese Verhältnisse für die Westinghouse-Bremse nach amerikanischen Angaben dargestellt. Will man ganz sicher sein, daß diese Geschwindigkeiten auch wirklich erzielt werden, so muß man einen Zusatzbremspunkt einführen. Dieser Zusatzbremspunkt — es handelt sich hier um kurze Blockstrecken — liegt bei dem linken Signal, und der eigentliche Gefahrbremspunkt am mittleren unmittelbar vor dem Haltsignal stehenden Signal. Es sei dahingestellt, ob die vorhandenen Bremssysteme eine derartige Beeinflussung gestatten. Im allgemeinen werden sich die Bremsen, wenn sie selbsttätig zum Ansprechen gebracht werden, nicht wieder so schnell lösen, daß die dargestellte Fahrlinie herauskommt. Für jede Zuggattung, jedes Zuggewicht und für die Anteile der Bremsachsen muß die Druckverminderung auf der Lokomotive besonders einstellbar sein, was die Einrichtung sehr verwickelt macht.

Soll diesen Forderungen der Geschwindigkeitsüberwachung Rechnung getragen werden, so muß die einfache Zugüberwachung in dieser Richtung erweitert werden. Man kann hier drei Fälle unterscheiden, Abb. 2 bis 4. Die Güterzüge sind hier fortgelassen, da sie das Endergebnis nicht beeinflussen. Vorrichtungen, die nach der Anordnung in Abb. 2 arbeiten, bringen zwar alle Züge, gleichgültig mit welcher Geschwindigkeit sie den Bremspunkt überfahren, zum Halten, soweit sie nicht einen Wachsamkeitshebel haben; sie verhindern jedoch, daß nach dem Halten der Zug eine bestimmte Geschwindigkeit — in unserm Beispiel eine Geschwindigkeit von 30 km/h — überschreitet. Geschieht dies doch, so wird der Zug von neuem abgebremst.

Das Bremsen bis zum Stillstand bei Zügen, die am Bremspunkt bereits die vorgeschriebene Geschwindigkeit von 30 km/h haben, ist unnötig und verzögert nur. Vorrichtungen nach Abb. 3 entsprechen diesen Forderungen. Abgebremst werden nur Züge, die eine höhere Geschwindigkeit als 30 km/h am Bremspunkt haben und solche, die etwa hinter dem Bremspunkt die vorgeschriebene Geschwindigkeit überschreiten.

Eine noch günstigere Lösung wäre eine Vorrichtung nach Abb. 4. Hier ist als Begrenzung eine Bremslinie für die höchste vorkommende Geschwindigkeit zugrunde gelegt. Die Vorrichtung wirkt nur bei solchen Zügen, die die Grenzlinie (dick ausgezogen) zu überschreiten versuchen. Fährt ein Zug entsprechend der gestrichelten Linie, so wird nicht selbsttätig gebremst.

Die Anwendung der Geschwindigkeitsüberwachung bei dreistelligen Signalen ergibt sich aus Abb. 8 bis 10. Man hat in Amerika die dreistelligen Signale „Halt", „Vorsicht" und „Frei" bei kurzen Blockstrec
geführt. Werden nämlich die Abschnitte so kurz
Vorsignal des nächsten Hauptsignals sich mit de
signal des rückliegenden Abschnitts am gleiche
ort befindet, so kann man leicht die beiden Si
einem Signalbild vereinigen, Abb. 11. Ein Zug
nicht allein durch ein Haltsignal gedeckt, sonder
am Anfang des rückliegenden Abschnitts wird de
durch ein Vorsichtsignal darauf aufmerksam
daß er am nächsten Signal ein „Halt' zu erwa
Bei bedingten Signalen kann dieser Vorsichts
mit wesentlich höherer Geschwindigkeit befahren
als der Gefahrenabschnitt, vorausgesetzt nur,
Zug am Haltsignal die hierfür vorgeschrieb
schwindigkeit erreicht hat. Selbstverständlich b
dreistelligen Signale nur dort Vorteile, wo, wie
kurze Blockstrecken vorhanden sind. Bei den
üblichen langen Abschnitten würden unerträgli
spätungen entstehen, wenn die Züge gezwungen
diese Vorsichtsabschnitte langsam zu befahren, b
wenn kurz nach Einfahrt in den Vorsichtsbl
Grund zur Langsamfahrt bereits behoben ist,
nächste Signal bereits auf Fahrt gegangen ist.

Jetzt sind auch Abb. 8 bis 10 ohne weiteres v
lich; sie stellen verschiedene Arten der Zugbeein
bei dreistelligen Signalen dar. In Abb. 8 muß
bereits am Punkt A vor dem Signal in Vorsich
die Geschwindigkeit erreicht haben, die für di
durch den Block bei dieser Signalstellung vorges
ist, während dies für Vorrichtungen nach Abb. 9
nicht nötig ist. Im Falle nach **Abb. 9 tritt** ein
tätige Bremsung ein, wenn der Zug eine beim V
signal beginnende Begrenzungslinie (die Bre
überschreitet. Die Begrenzungslinie geht dann
Wagerechte bei der zulässigen für den Vorsic
vorgeschriebene Mittelgeschwindigkeit über un
auf eine neue Grenzlinie, deren Endpunkt am Ha
liegt. Am Schnittpunkt der zweiten Grenzlinie
Mittel-Geschwindigkeitsbegrenzung bei B liegt d
Bremspunkt für „Niedrige Geschwindigkeit" oder
je nachdem das Signal absolut oder bedingt ist.

Während im Falle von Abb. 8 eine starke
flussung in der Leistungsfähigkeit der Bahn eint
bereits im Falle von Abb. 9 geringer wird, ist s
retisch im Falle von Abb. 10 fast ganz vermieden.

Abb. 8 bis 10
Wirkung verschiedener Zugüberwachungseinrichtungen auf das Zugbremsen
(nach Dodgson)

Abb. 11
bergang vom
weistelligen
n dreistelligen
Signal

erschiedenen Bremspunkte wird eine annähernd der linie entsprechende Geschwindigkeitsverminderung it. Ist die Geschwindigkeit des Zuges beim Ein- n in einem der Bremspunkte zu groß, so wird der uf die entsprechende vorgeschriebene Geschwindig- bgebremst, falls nicht Vollbremsung eintritt.

ei allen bisher besprochenen Anordnungen liegt remspunkt auf Bremslänge vor dem Signal. Für ugdichte ist es ganz gleichgültig, wo die Brems- e liegen, vorausgesetzt, daß die Signale auf „Fahrt" ı. Die Lage des Bremspunktes muß aber bezeichnet n, damit der Führer ein Überfahren des Brems- es und ein selbsttätiges Auslösen der Bremse ver- n kann. Es wurde vorgeschlagen, daß das Vor- , das gewöhnlich auf Bremsentfernung vom Haupt- steht, die Lage des Bremspunktes bezeichnen soll. den jetzigen Verhältnissen fährt ein Führer scharf s Vorsignal heran, und, wenn er es in Warnstellung ıdet, bedient er die Bremse. Legt man aber den gsbremspunkt an den Standort des Vorsignals, so man auf Bremsentfernung vor dem Vorsignal dem r bereits die Stellung des Vorsignals bekanntgeben, eine Zwangsbremsung vermieden wird; denn die gsbremsung muß unter allen Umständen eine Not- ahme sein. Der Führer wird also, wenn er recht- von der Stellung des Vorsignals benachrichtigt vor ihm halten und dort den Wechsel abwarten, er nicht noch einmal am Hauptsignal zum Stehen t. Das eigentliche Hauptsignal wird dadurch hin- und könnte verschwinden, das Vorsignal wird zum lichen Hauptsignal.

an kann nun auch den Bremspunkt an das Signal legen. In jedem Falle muß erreicht werden, daß Schutzstrecke zwischen dem Bremspunkt und dem chluß des vorhergegangenen Zuges vorhanden ist. esem Falle muß diese Schutzstrecke über das Signal sgelegt werden, oder mit andern Worten, die Block- e muß eine Überlappung aufweisen. Das rück- de Signal kann nicht eher auf Fahrt gehen, ehe diese Schutzstrecke von dem vorhergegangenen geräumt ist. Hält aus irgendeinem Grunde der rgegangene Zug nach Räumung der Schutzstrecke, ıß der nächste Zug, wenn er aus Unachtsamkeit leckende Haltsignal überfährt, durch die Über- ngseinrichtung gestellt werden, ehe er den vor- gangenen Zug erreicht hat. Diese Anordnung große Vorteile, weil die Stellung des Brems- s eindeutig bestimmt ist. Der Lokomotivführer at nur dort zu halten, wo er zu halten ge- ist, d. h. am Signal selbst. Die Anordnung hat den Nachteil, daß bei Bahnhöfen mit Weichen das hrtsignal um die Schutzstrecke herausgeschoben n muß, was die Stationszeit verlängert. Außerdem für den Führer, dessen Zug durch die Vorrich- zum Halten gekommen ist, oft schwer, nach rück- die Stellung des eben überfahrenen Signals zu er- n. Ist das Signal nicht bedingt, d. h. darf er nicht einer bestimmten Zeit ohne weiteres seine Fahrt fort- , so geht bei langen Überlappungen viel Zeit verloren.

Es gibt noch eine dritte Möglichkeit: das Vorsignal auf Bremsentfernung vor dem Bremspunkt aufzustellen, der wiederum auf eine weitere Bremsentfernung einschließlich Sicherungszuschlag vom Hauptsignal entfernt ist. Das zweimalige Halten wird dabei allerdings auch nicht vermieden, abgesehen davon, daß das Vorsignal auf eine übermäßig große Entfernung vom Hauptsignal stehen würde. Kann der Führer das Hauptsignal vom Vorsignal aus nicht übersehen, so kann das Hauptsignal trotz der Warnstellung des Vorsignals bei der Vorbeifahrt bei diesem längst auf Fahrt gegangen sein, ohne daß der Führer es bemerkt hat. Er wird also unnötigerweise am Bremspunkt halten, dem er nicht ansehen kann, ob er in Sperrstellung steht oder nicht. Solange wir noch Flügelsignale mit ihrer großen Bauhöhe verwenden, wird man im allgemeinen vom Vorsignale aus das Hauptsignal erkennen können. Führen wir aber Lichtsignale ein, deren Eigenschaften eine niedrige Lage verlangen, so wird man zwangsmäßig zu dem Bremspunkt am Hauptsignal geführt.

Bei allen diesen Anordnungen wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß Zwangsbremsung vorhanden ist. Wie bereits oben erwähnt, sind sich die Fachleute über die Frage noch nicht einig, ob es wirklich notwendig ist, die Beeinflussung auf die Bremse auszudehnen. Auch die neueren deutschen Versuche lassen es noch ungewiß, ob man sich dem amerikanischen Beispiele anschließen soll.

In der Praxis ist die Entscheidung, ob man Zwangsbremsung verwenden soll oder nicht, eine reine Frage der konstruktiven Durchbildung der Bremsen und ihrer Leistungsfähigkeit. Die zweckmäßige Einstellung der Bremse durch den Führer kann niemals durch eine Fremdauslösung erreicht werden. Der Führer stuft, um ein Auflaufen der Wagen zu vermeiden, besonders beim Beginn der Bremsung leicht ab. Nach Art der Züge, ihrer Länge, ihrem Gewicht und ihrer Geschwindigkeit muß die Bremsbedienung verschieden sein. Eine abgestufte Bremsbedienung verlängert zwar den Bremsweg gegenüber einer Schnellbremsung, aber bei steigender Zuglänge wächst die Notwendigkeit, die Bremszeit zu vergrößern, damit die Stöße im Zuge vermieden und die Zeitunterschiede im Ansprechen der Bremsen in den einzelnen Fahrzeugen verringert werden.

Bei Personenzügen sind im allgemeinen, da das Verhältnis der Zahl der Bremsachsen zur Gesamtachsenzahl des Zuges stets dasselbe und gewöhnlich sehr hoch ist, die Bremswege wenig verschieden, während bei Güterzügen die Unterschiede sehr beträchtlich sein können. Bei ihnen wird der Bremsweg mit wachsender Zuglänge, steigendem Zuggewicht und Verminderung der Bremsachsenzahl schneller steigen als bei Personenzügen.

Im allgemeinen wird wohl jedesmal durch eine mechanische Betätigung eine Vollbremsung zustande kommen. Würde man wirklich eine solche Bremse konstruieren können, bei der eine mechanische Betätigung derjenigen durch den Führer gleicht, so brauchte man diese Stufenbetätigung nur bei Güterzügen vorzusehen.

Augenblicklich sind aber die Bremsen noch nicht so weit entwickelt, daß den Forderungen von Abb. 1 bis 4 und 8 bis 10 zu genügen sein wird. In Wirklichkeit werden die Geschwindigkeitsdiagramme eines Zuges ganz anders aussehen. Ein vorsichtiger Führer wird stets vermeiden, an die Grenzlinie zu nahe heranzugehen, um sich nicht der Gefahr eines fortgesetzten Haltens auszusetzen. Die Beeinflussung des Fahrplans durch die Zug- und Geschwindigkeitsüberwachung wird sich daher häufig unangenehm bemerkbar machen.

Die Vorrichtungen der Zugüberwachung

Das Ziel, eine Wirkung auf einen fahrenden Zug auszuüben, ist nun auf verschiedenem Wege zu erreichen. Hier sollen alle Konstruktionen unberücksichtigt bleiben, die Druckluft, Dampf oder den Schall als Übertragungsmittel verwenden. Auch die Beeinflussung durch elektrische Wellen soll nicht besprochen werden. Derartige Vorschläge sind häufig recht geistreich erdacht, aber teilweise beruhen sie auf falschen Voraussetzungen, oder aber die Störungsmöglichkeiten sind bei dem heutigen Stand der Technik noch zu groß, als daß sie mit den bereits ausgebildeten Vorrichtungen in ernsten Wettbewerb treten können. Die vorhandenen Vorrichtungen zerfallen in folgende Untergruppen[9]):

Art der Überwachung	Art der Übertragung	Art der Ausführung
(I) Punktüberwachung	(A) Mit Berührung	(1) Rein mechanischer Anschlag (2) Elektrisch überwachter mechanischer Anschlag (3) Unterbrochener elektrischer Kontakt
	(B) Ohne Berührung	(1) Durch Induktion (2) Durch einen an sich stromlosen Geber (3) Durch eine unmagnetische Schiene
(II) Fortlaufende Überwachung	(A) Mit Berührung	(1) Durch dritte Schiene oder besonderen Leiter
	(B) Ohne Berührung	(1) Durch Induktion

Es dürfte zu weit führen, hier alle Konstruktionen aufzuführen; ich will nur die wichtigsten besprechen. Bei den Vorrichtungen nach (I, A) findet eine Berührung zwischen ortfesten Teilen und solchen am Zuge statt. Es muß also ein Teil in das Profil des andern ragen, was zu Unzuträglichkeiten geführt hat. Bei den Versuchen hat es sich oft herausgestellt, daß Teile der Streckenausrüstung durch Verschieben der Ladung abgerissen worden sind. Außerdem sind bei hohen Geschwindigkeiten Konstruktionen, die durch einen Anschlag betätigt werden, häufig nicht verwendbar. Bei städtischen Schnellbahnen mit den verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten können sie allenfalls noch zugelassen werden, bei den im Vollbahnbetriebe vorkommenden Geschwindigkeiten sind sie den mechanischen Beanspruchungen nicht gewachsen.

Die am meisten verbreitete Konstruktion einer einfachen Fahrsperre nach (I, A 2) ist die vom Blockwerk der Siemens & Halske A.-G. für die Berliner Hochbahn und die Nordsüdbahn gelieferte[10]). Entweder befindet sich oben ein beweglicher Arm, der von einem Motor angetrieben wird und in der Sperrlage gegen einen Anschlag schlägt, der wiederum die Bremse betätigt, oder aber der Arm befindet sich neben der Schiene, Abb. 12 und 13, und schlägt mit der gleichen Wirkung gegen einen Anschlag an der Achsbüch[se] ... hochliegende Anschlag hat den Nachteil, daß ... Fahrzeugschwankungen das Ineinandergreifen d[er] ... nicht immer gewährleistet ist; der tiefliegende, ... durch Schnee in seiner Beweglichkeit beeinflußt ... kann, daher nur im Tunnel verwendbar ist. Auch ... die tiefliegenden Teile der Fahrzeugausrüstunge[n] ... durch Oberbauarbeiten beschädigt werden. Überd[ies] ... auch hier die Fahrsperre in das Wagenprofil hin[ein] ...

Weitaus wichtiger sind die elektromechanisch[en Vor]richtungen, die auf mechanischem Wege einen ... schließen (I, A 3). Sie benutzen zur Übertragu[ng des] Stromes eine mehr oder weniger lange neben den ... liegende metallische Rampe, auf der ein Bügel ... Zur Vermeidung des heftigen Anschlages sind di[e Ram]pen mit einem leicht geneigten Auflaufstück v[ersehen]. Diese Rampen, in Frankreich wegen ihrer Form ...

Abb. 12 und 13
Fahrsperre der Berliner Nordsüdbahn
Bauart Siemens & Halske

a Blocksignal (Lichtsignal)
b Kabelanschluß
c Motorantrieb
d Triebkurbel
e Hebel in Sperrlage
f " " Freilage
g Motorantrieb
h Gewicht zum Rückstellen in die Sperrlage
i Profil des Stromschienenzubehörs
k Stromschiene
l drehbarer ... hebel am ... untergestel[l]
m Antriebachs[e] ... Sperrhebel[s]
n Sperrhebel
o lichtes Rau[m]...
p Wagenprofi[l]

...kodil" genannt, werden vielfach benutzt. Abb. 14 ... zeigen eine derartige Ausführung, die in Amerik[a von] der American Train Control ausgeführt wird[11]).

Der Tender trägt hier einen senkrecht beweg[lichen] Kontaktschuh, der am Bremspunkt auf eine K[ontakt]schiene aufläuft und dadurch angehoben wird. Üb[er] Kontaktstück und zwei Kontaktfedern *a* und *b* wird [wäh]rend des Ruhezustandes der Stromkreis eines elektr[ischen] Bremsventils geschlossen. Der Strom der Loko[motiv]batterie *c* fließt in der durch Pfeile dargestellten ... Wird der Kontaktschuh angehoben, so wird der ...kreis, da die Kontaktfeder *b* auf einem Isolie[rstück] gleitet, unterbrochen, das elektrisch betätigte Brems[ventil] wird daher stromlos; die Luft kann aus der Bremsl[eitung] entweichen und die Bremse spricht an. Die Ko[ntakt]schiene der Strecke wird durch eine Stromquelle ... speist, deren Stromkreis von einem Flügelkontak[t des] Signals geöffnet oder geschlossen wird. Ist das ...

[9]) Railway Engineering and Maintenance Cyclopedia, New York 1926, S. 851.

[10]) Siemens & Halske A.-G., Blockwerk, Siemensstadt, Druckschrift 169 (1927).

[11]) „Railway Signaling" Bd. 15 (1922) S. 101.

Abb. 14 und 15
!ektromechanische Fahrsperre mit unterbrochenem Kontakt

a Kontaktfedern	e elektrisch gesteuertes Bremsventil	i Klemmen
c romquelle auf er Lokomotive	f Kontaktstück	k Wiederherstelldruckknopf
d reckenstromuelle	g Isolierstück	l Kontaktschiene
	h Kontaktschuh	m Signalrelais

ihrstellung, während der Kontaktschuh über die n gleitet, so wird ein neuer Stromkreis geschlossen: (quelle d — Kontaktschiene — Kontaktschuh — Kon- ler a — elektrisch betätigtes Ventil — Lokomotiv- — Fahrschiene zur Stromquelle d zurück. Die quelle c ist also jetzt durch die Stromquelle d t, das elektrisch betätigte Ventil bleibt infolge- geschlossen und die Bremse gelöst. In der Halt- des Signals ist die Rampe stromlos, so daß es zu selbsttätigen Bremsung kommen muß. Damit nun beim Herabgleiten des Kontaktschuhs von der ne das elektrisch betätigte Ventil durch den wieder lossenen Lokomotivstromkreis die Bremsleitung ßt und die Bremsung unterbricht, ist die Fallhöhe Ventilankers so groß, daß er der Einwirkung der etischen Anziehungskraft im herabgefallenen Zu- entzogen ist und mit der Hand durch den so- nten „Wiederherstellungsknopf" angehoben wer- muß.

ämtliche Zugüberwachungseinrichtungen müssen derartigen Wiederherstellungseinrich- gen versehen sein. Soll ein Halten erzwungen en, so sind sie am besten außerhalb des Führer- es anzubringen, damit der Führer, wenn er sie be- n will, den Stand verlassen muß. Um zu verhin- daß dieser Wiederherstellungsknopf oder -hebel

Abb. 16 bis 18
ktive Punktüberwachung ohne Stromquelle am Gleis

a Primärspule *b* Sekundärspule *c* Relais

festgebunden wird, wodurch die Vorrichtung außer Betrieb gesetzt würde, ist Vorsorge zu treffen, daß dann die Bremse nicht gelöst werden kann.

Größere Beachtung verdienen die Einrichtungen, die auf alle mechanische Berührungen zwischen Teilen am Fahrzeug und solchen am Gleis verzichten (I, B). Sie bieten gegenüber den eben beschriebenen den Vorteil, daß durch Stoß usw. keine Beschädigungen an den Teilen vorkommen können, die die Einrichtungen außer Betrieb setzen würden.

Die meiste Aussicht auf Erfolg haben die Vorrichtungen, die als Übertragungsmittel die elektrische Induktion oder die Fernwirkung von permanenten oder Elektromagneten benutzen. Selbstverständlich verbrauchen derartige Vorrichtungen viel Energie. Man baut an den Bremspunkten am Gleis Dauermagnete ein, die auf Elektromagnete am Fahrzeug wirken. Fährt nun ein Zug über einen derartigen Dauermagneten, so wird das Feld des Elektromagneten auf der Lokomotive geschwächt, was wiederum auf den Stromverlauf eines Relais auf der Lokomotive zurückwirkt. Dieses Relais unterbricht den Stromkreis des elektrisch betätigten Bremsventils, so daß die Bremse anspricht. Um zu verhindern, daß bei Fahrtstellung des Signals eine Einwirkung auf die Bremse stattfindet, hat der Dauermagnet eine von einer besonderen Stromquelle gespeiste Wicklung, die in diesem Fall ein dem Felde des Dauermagnets entgegengesetztes Feld erzeugt, so daß die Wirkung auf den Elektromagneten der Lokomotive ausbleibt. Diese Vorrichtungen arbeiten auch nach dem Ruhestromverfahren, d. h. im Fall einer Störung der Streckenstromquelle wird gebremst. Sie haben jedoch den Nachteil, daß sie zweier Stromquellen, einer am Gleis und einer auf der Lokomotive bedürfen, die selbstverständlich viel Unterhaltung erfordern. Häufig wird am Gleis gar kein Strom zur Verfügung stehen oder nur sehr schwer zu beschaffen sein. Um diesem Übelstand zu begegnen, ist eine andere induktive Vorrichtung entworfen und ausgeführt worden, die ohne eine Stromquelle am Gleise auskommt, Abb. 16 bis 18[12]).

An der Lokomotive oder am Tender ist ein Elektromagnet angebracht, der sogenannte Empfänger mit der Primärspule *a* und der Sekundärspule *b*. *a* erzeugt das notwendige magnetische Feld, auf das die Spule *b* keine Einwirkung hat. In Reihe mit der Sekundärspule *b* liegt ein Relais *c*, das in der Regel angezogen ist und den Stromkreis des elektrisch betätigten Bremsventils schließt. Der Empfänger hat einen lamellierten Eisenkern. Am Bremspunkt am Gleis ist ein sogenannter Geber angebracht, über den der Empfänger in etwa 50 mm Entfernung beim Vorüberfahren vorbeigleitet. Der Geber besteht auch aus einem lamellierten Eisenkern und einer Spule, die jeweilig bei Fahrtstellung des Signals durch einen Flügelstromschließer kurzgeschlossen, bei Haltstellung jedoch offen ist. Eine besondere Stromquelle ist am Gleis für diese Geberspule nicht notwendig.

Gleitet nun ein Empfänger über einen Geber hinweg, so wird das durch die Luft sich schließende Kraftlinienfeld der Empfängerspule dadurch in seiner Größe verändert, weil die Kraftlinien sich plötzlich über den Eisenkern des Gebers schließen und eine energische Feldverstärkung hervorrufen. Diese Feldverstärkung wird benutzt, um den Strom des Relais *c* so zu schwächen, daß der Anker zum Abfallen gebracht und der Stromkreis des elektrisch betätigten Ventils unterbrochen wird. In Abb. 18 ist der Verlauf der entstehenden Ströme in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen. Der Regelstrom im Relaiskreis liegt naturgemäß über der Abfallstromstärke des Relais. Bei der Annäherung des Empfängers an den Geber wird ein Strom in der Sekundärspule *b* gemäß der Halbwelle *d e f* erzeugt, der dem Strom in *b* entgegengesetzt ist. Die Gegenwirkung ist so stark, daß der Strom in *b* unter die Abfallstromstärke sinkt, worauf das Relais *c* seinen Anker losläßt. Die Schaltung des Relaiskreises ist derartig, daß es nach dem Abfallen

[12]) General Railway Signal Co., Rochester N. Y., Bulletin Nr. 138.

Abb. 19 bi
Wirkungsweise
richtung zur i
Zugbeeinflussun
Siemens & H

a Lokomotivemp
b ortfester Gebe
c polarisiertes R
d Batterie
e Auslösemagne
f elektro-pneuma
Bremsventil
g Anker
h Kontakt
i Wicklung des
k Sekundärspule
Empfängermag
l Primärspule au
Empfänger
m vormagnetisier
i_r Relaisstrom
i_{r_0} Abfallwert de
i_{r_1} erste Halbwel
duktionsstrom

nicht wieder anzieht, sondern erst nach Einwirkung eines Wiederherstellungsstromkreises.

Ist bei Signal auf „Fahrt" die Geberspule kurzgeschlossen, so wird der plötzliche Anstieg des Kraftlinienfeldes mit Hilfe der induktiven Gegenwirkung der kurzgeschlossenen Geberspule gedämpft. Die Stromstärke schwankt hierbei nur nach der Linie *d g f*. Die Folge davon ist, daß nur eine verhältnismäßig schwache Gegenwirkung auf den Stromkreis des Relais *c* ausgeübt wird. Sie verläuft, da der Abfallstrom des Ankers nicht erreicht wird, unwirksam, und der Anker des Relais *c* bleibt angezogen.

Eine nach diesem und ähnlichem Grundsatze durchgebildete Zugbeeinflussung ist vom Blockwerk der Firma Siemens & Halske A.-G. für die Reichsbahn ausgeführt, Abb. 19 bis 22. Mit *a* ist der Lokomotivempfänger, mit *b* der am Signal fest angeordnete Geber bezeichnet. *c* stellt ein polarisiertes Relais auf der Lokomotive dar, dessen hufeisenförmiger Kern auf der rechten Seite als permanenter Magnet ausgebildet ist. Mit *d* ist die Batterie, mit *e* ein Auslösemagnet mit einem Kontakt und mit *f* das elektropneumatische Bremsventil bezeichnet.

Die Schaltung ist eine Ruhestromschaltung. In der Grundstellung, während der Zug auf freier Strecke fährt, fließt durch die Wicklung des polarisierten Relais der Überwachungsstrom auf dem Wege: Pluspol der Batterie — Anker *g* — Kontakt *h* — Wicklung *i* — Spule *k* — Minuspol der Batterie. Dieser Strom erregt die linke Polfläche des Magneten *c*, wodurch der Anker *g* angezogen wird.

Auf dem Eisenkern des Empfängers befindet sich die dauernd vom Batteriestrom durchflossene Spule *l*, die der Primärspule *a* in Abb. 16 entspricht.

In der Grundstellung wird der Auslösemagnet *e* über den Anker *g* und den Kontakt *h* von der Batterie mit Strom versorgt. Der Anker wird daher angezogen und durch seinen Kontakt die Leitung des elektrisch betätigten Bremsventils *f* geschlossen bleiben. Die lung des Gebers entspricht der Drosselspule, Abb.

Die Wirkungsweise ist nun ungefähr ebenso, Abb. 16 besprochen. Der Stromverlauf bei der fahrt an dem auf „Fahrt" stehenden Signal ist in dargestellt. Die Größe der ersten Halbwelle des tionsstromes i_{r_1} ist so gering, daß der Betrag noch über dem Werte von i_{r_0} bleibt. Bei der Halbwelle tritt eine Verstärkung des Relaisstro ein, so daß der Anker *g* noch fester an die linke Po des Magneten *m* gelegt wird.

Bei auf „Halt" liegendem Signal und offener ist die Kraftlinienverstärkung ungehemmt; in der lung *k* wird daher ein starker Strom induziert, de rend der ersten Halbwelle dem Relaisstrom ent gesetzt, während der zweiten Halbwelle dem Relai gleichgerichtet ist. Der erste Impuls wird dah wirksam sein, daß der Anker *g* so schnell wie mög die in Abb. 21 angegebene Lage gebracht wird. unterbricht er die Stromzuführung von der Batte daß nunmehr der den Relaisstrom i_r sonst ve kende Strom i_{r_1} nicht mehr wirkt. Das Auslöse fällt ab und unterbricht durch seinen Kontakt den kreis des Bremsventils *f*.

Abb. 22 verdeutlicht die elektrischen Verhält Der Induktionsstrom ist stärker ausgebildet a Abb. 20. Man sieht ferner, in welcher Weise der R strom i_r herabsinkt und bei *A* einen Wert i_{r_0}, de fallwert des Ankers, durcheilt. In diesem Auge überwiegen die magnetischen Kräfte im Relais die el magnetischen der linken Polfläche, der Anker sch daher zur andern Polfläche herüber, dabei die Strom bei *e* und *f* unterbrechend. Ist die Auslösung erfolg können die Bremsen nur nach Umlegen des Ankers der Hand gelöst werden. Den Einbau des Empfänge dem Tender einer Reichsbahnlokomotive zeigt Abb. 2

ie bisher besprochenen Vorrichtungen haben, wie ähnliche, die auf andrem als elektrischem Wege ignale auf den fahrenden Zug übertragen, den eil, daß sie lediglich punktförmig wirken, so daß ug, der zum Halten gekommen ist und nach den hriften mit verringerter Geschwindigkeit weiter- darf, für den ganzen Blockabschnitt diese geringe windigkeit beibehalten muß. Änderungen des Zu- s vor ihm können ihm erst am Ende des Block- nitts kenntlich gemacht werden. Dies bedeutet nter Umständen, wie oben erwähnt, unangenehme trächtigung der Leistungsfähigkeit der Bahn, be- rs dann, wenn die Blockabschnitte lang sind. Es daher eine Lösung gesucht und gefunden, diese rkung auf den Zug fortlaufend stattfinden zu . Eine derartige Einrichtung wurde zuerst von nion Switch and Signal Co. in Amerika und von ns & Halske, A.-G., für deutsche Verhältnisse neu kelt angegeben, Abb. 24. Sie ist jedoch nur dort ndbar, wo selbsttätige Signale mit Wechselstrom- reisen vorhanden sind[13]).

i der selbsttätigen Signalanlage fließt der so- nte Blockstrom oder Gleisstrom von einem Trans- tor durch die eine Fahrschiene zu dem Blockrelais lurch die andre Fahrschiene zurück[14]). Bei be- n Blockabschnitt ist das Relais stromlos, da der reis durch die Zugachsen kurzgeschlossen ist. Bei ortlaufenden Zugüberwachung wird ein zweiter selstromkreis gebildet, der jedoch beide Fahr- en in Parallelschaltung benutzt und durch eine be- e Rückleitung zur Stromquelle zurückgeführt was in Abb. 24 durch gestrichelte Pfeile dar- lt ist. Die Lokomotive hat am vorderen und hin- Ende je ein Spulenpaar, von denen das eine durch lockstrom, das andre durch den Überwachungsstrom lußt wird. Da die in den beiden Spulen erzeugten e sehr schwach sind, so müssen sie auf irgendeine (etwa durch Verstärkerröhren) verstärkt werden, f ein auf der Lokomotive befindliches dreistelliges oder auf zwei getrennte Relais wirken zu können. dreistellige Relais hat zwei Wicklungen, von denen e durch den vom Gleisstrom induzierten Strom, die durch den vom Überwachungsstrom induzierten durchflossen werden. Wird aus irgendeinem Grunde dieser Ströme unterbrochen, so geht das Relais in olche Stellung — eine Art Haltlage —, daß gebremst falls selbsttätige Bremsbedienung vorgesehen ist.

er Überwachungsstromkreis ist nun, wenn das Sig- f „Fahrt" steht, am Ende des Blockabschnittes ein- ltet, durchfließt ihn also ganz. Ist jedoch das e Signal in Haltstellung, Abb. 24, so wird, solange g noch nicht diesen Abschnitt befährt, der Gleisteil en Abschnittende und Bremspunkt A wohl vom

Abb. 23
Zugüberwachungseinrichtung an einem Tender

Blockstrom, aber nicht vom Überwachungsstrom durchflossen. Die eine Wicklung des Zugüberwachungsrelais wird daher stromlos, so daß entweder gebremst wird oder dem Führer auf andre Art Kenntnis von dem Streckenzustand gegeben wird, damit er selbst die Bremsung einleiten kann. Beim Hineinfahren in den besetzten Abschnitt bleibt der Blockstrom aus. Infolgedessen erhält die andre Wicklung des Zugüberwachungsrelais keinen Strom, das Relais bleibt daher in der Haltlage.

Abb. 25 und 26 geben eine Anordnung mit induktiver Punktüberwachung bei dreistelligen Signalen wieder. Fährt der Zug mit voller Fahrgeschwindigkeit trotz Warnstellung des Signals in den Abschnitt, so empfängt er bei dem Geber c den Anstoß zu einer Vollbremsung, so daß er bei dem auf Halt liegenden Signal zum Stehen kommt, wie die strichpunktierte Schnellbremslinie darstellt. Außer dem Geber c sind nun vor dem Signal weitere Geber b und a angebracht. Durch ein mit der Geschwindigkeitsüberwachung verbundenes Zeitrelais wird es erreicht, daß, wenn die Lokomotive unterhalb der vorgeschriebenen Geschwindigkeit bleibt, die Bremse keine weitere Beeinflussung durch die Geber b und a erfährt. Andre Ausführungsformen haben Geschwindigkeitsregler, die von den Lokomotivachsen angetrieben werden und die bei Überschreitung der zulässigen Geschwindigkeit auf die Bremse wirken.

Die Vorteile der Kontakteinrichtung nach (I, A) bestehen in den geringen Anlage- und Unterhaltungskosten und der Einfachheit ihrer Ausführung. Die Vorrichtungen nach (I, B) bieten ähnliche Vorteile, sind unempfindlich gegen Schnee und Eis und gegen mechanische Zerstörungen, sind aber wesentlich teurer. Sie verlangen jedoch nicht, daß der Zug halten muß, damit die Sperre beseitigt wird. Sie haben indes, wie die Kontakteinrichtungen, den Nachteil, daß die Einwirkung nur an gewissen Punkten erfolgt. Sie verlangen einige Über-

[13]) Union Switch and Signal Co. Swissvale, Pa. Bulletin Nr. 103 und y Signaling" Bd. 17 (1924) S. 342 u. ff.

[14]) C. Wolff, Selbsttätige Zugsicherungsanlagen mit Wechsel- sw. Z. Bd. 68 (1924) S. 970 u. ff.

Abb. 24
rtlaufende induktive Zugüberwachung

elais
rstärker für den Überwachungsstromempfänger
sgl. für den Gleisstromempfänger
orschaltwiderstand
eistransformator
rosselspule
reckenrelais
berwachungstransformator
orschaltwiderstand
remspunkt

Gleisstrom
Überwachungsstrom

Abb. 25 und 26 Anordnung mit indu[k]tiver Punktüberwachu[ng]
a, b, c Geber

wachung, damit der Abstand zwischen Geber und Empfänger dauernd gewahrt wird. Der Einbau macht infolge des engen Lichtraumprofils, wenn der Empfänger nicht zwischen den Rädern angebracht wird, Schwierigkeiten. Bei manchen Anordnungen können Fremdströme störend wirken, ebenso können es in der Nähe befindliche Eisenmassen. Änderungen in der Streckenbesetzung werden erst beim nächsten Einwirkungspunkt kenntlich gemacht.

Hingegen bietet die fortlaufende Zugüberwachung (II) erheblich größere Vorteile. Sie arbeitet stets mit Ruhestrom, sie bedarf keiner Anlagen längs oder zwischen den Schienen, sie wird nicht durch fremde Gleichströme beeinflußt. Irgendein Fehler in der Anlage bedeutet stets ein Halten des Zuges. Man kann unter Umständen, wenn Führerstandsignale vorhanden sind, auf ortfeste Signale verzichten, da alle Änderungen im Zustande der Streckenbesetzung sofort auf die Lokomotive übertragen werden. Leider haben sie den Nachteil der hohen Anlagekosten, sie verlangen nicht nur Wechselstrom-Signalkreise, sondern ganz allgemein Wechselstromanlagen längs der Strecke. Sie können allerdings durch fremde Wechselströme beeinflußt werden, es sei denn, daß die Anlage mit Wechselstrom einer sonst nicht üblichen Frequenz betrieben wird. Ebenso muß auf der Lokomotive Wechselstrom vorhanden sein. Die Unterhaltungskosten sind hoch, besonders die der empfindlichen Verstärkerröhren.

In Deutschland werden jetzt auf einer Re[ihe von] Vollbahnstrecken eingehende Versuche mit Einri[chtungen] für induktive Zugüberwachung angestellt, und z[war mit] Anordnungen der Firmen Siemens & Halske A.[-G. und C.] Lorenz A.-G. Versuchsergebnisse liegen noch ni[cht vor,] aber es ist anzunehmen, daß sich die Einrichtunger[n bewäh]ren werden. Ob es jedoch zu einer allgemeinen Ei[nführung] kommen wird, ist weniger eine Frage der konst[ruktiven] Vollendung als die der wirtschaftlichen Verhältn[isse der] Reichsbahn, also eine reine Kostenfrage.

Die Einrichtungen für Zugüberwachung, wel[cher Art] sie sein mögen, werden in den Fällen, wo das Lo[komotiv]personal bei der Beobachtung der Signale versag[t,] wesentliche Vorteile bieten. Die Gefährdungen v[on Men]schen, Gütern, Fahrzeugen und Strecken durch [...] Unaufmerksamkeiten werden jedoch im allgemei[nen nur] dann von schwerwiegenden Folgen sein, wenn es [sich um] schnellfahrende Personenzüge handelt. Die Vor[richtun]gen auf Strecken mit langsam fahrenden Züge[n, deren] Bremswege verhältnismäßig kurz sind, einzubauer[n, dürfte] wegen der hohen Kosten unangebracht sein, da e[s wahr]scheinlich einfachere Mittel gibt, um die Gefah[r von] Zusammenstöße auf solchen Strecken auszus[chalten.] Ganz allgemein kann daher gesagt werden, daß d[ie Deut]sche Reichsbahn den richtigen Weg beschritten h[at, wenn] sie sich auf Schnellzugstrecken beschränkt und [nur dort] Einrichtungen für die Zugüberwachung einbaut. [...]

Benzin-elektrischer Kraftomnibus

In Newark (Groß-New-York) werden zur Zeit benzin-elektrische Kraftomnibusse in Dienst gestellt, die auf Grund der letzten Betriebserfahrungen einige Neuerungen in der elektrischen Ausrüstung enthalten. Die zweiachsigen Eindeckerwagen mit Hall-Scott Motoren und 30 Sitzplätzen wiegen 5200 kg, wovon auf die elektrische Ausrüstung 1100 kg entfallen. Sie werden von zwei Elektromotoren mit parallelen Achsen angetrieben, die über Schneckengetriebe auf die Hinterachswellen wirken. Dieser bekannte Antrieb ergibt geringe Bauhöhe der Motoren und des Schneckengetriebes und gibt die Möglichkeit, den Fußboden niedrig zu legen.

Die elektrische Ausrüstung besteht aus einer mit der Verbrennungsmaschine über zwei nachgiebige Kupplungen verbundenen Nebenschlußdynamo mit angebauter Erregermaschine, zwei Hauptstrommotoren, dem Führerschalter, einem Batterieschalter und einem Nebenschlußschalter mit Fußbetätigung, einem Abschalter, einem Prüfklemmbrett, Widerständen für das Stromerzeugerfeld und für die elektrische Bremse, sowie den erforderlichen Sicherungen. Der Stromerzeuger von 120 A bei 240 V hat als Neuerung eine besondre Erregerwicklung an der Erregermaschine, die von einer 12 V-Batterie gespeist und mit dem Fußeingeschaltet wird. Diese Sondererregung erzeugt in der Ankerwicklung der Erregermaschine im Augenblick des Anfahrens schnell Strom und beschleunigt dadurch die Lieferung des Stromerzeugers. Der Fußschalter wird jedesmal beim Anfahren betätigt.

Um höhere Anfahrbeschleunigung oder auf Ste[igungen] höhere Fahrgeschwindigkeit zu erreichen, kann m[an mit]tels eines zweiten Fußschalters einen Widerstand [in] der Erregermaschine einrücken. Dadurch vermind[ert man] den Erregerstrom des Stromerzeugers und erhält [größere] Zugkraft an den Triebrädern. Der Fahrschalter [hat ...] Stellungen, eine für Bremsen, eine für Rückwärtsfa[hrt, eine] Nullstellung und zwei für Vorwärtsfahrt, wovon [die eine die] Motoren hintereinander, die andre sie parallel schalt[et. Die] Kontakte sind mit magnetischen Blasspulen aus[gerüstet.] Der Stromkreis des Motoranlassers ist über den [Fahr]schalter geführt, so daß man nur in der Nullstell[ung an]lassen kann.

Die beiden Motoren für 240 V und 78 A lau[fen mit] 1800 Uml./min. Beim Anfahren des Wagens setzt m[an ein]fach den Verbrennungsmotor in der Nullstellung de[s Fahr]schalters in Gang; dann verbindet man mittels des F[ußschal]ters das Erregerfeld der Erregermaschine mit de[r Licht-] und Anlasser-Batterie, legt den Fahrschalter auf e[ine der] Vorwärtsstellungen und drückt auf den Gashebel. De[r Wagen] setzt sich dann in Bewegung, wobei die Anfahrbes[chleuni]gung durch die Lage des Gashebels bestimmt wi[rd. In] der Ebene kann man die Fahrmotoren gleich paralle[l schal]ten, während man sonst und auch auf Steigung[en die] Reihenschaltung benutzt. Außer elektrischer Brem[se sind] für die beiden Teile der Hinterachse Druckluft-Bre[msen] der und für die Vorderachse eine mechanische Brem[se vor]handen. [N 845]

Neuerungen auf der Pariser Automobilausstellung 1927

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin

Vier- und Sechszylindermotoren — Motoren mit Ladegebläse — Getriebe — Hinterachsantrieb — Beseitigung der üblichen Blattfedern — Vorderachsantrieb — Vierradbremsen — Fahrgestellschmierung.

ie diesjährige internationale Kraftwagenschau in Paris, die vom 6. bis 16. Oktober geöffnet war und sich im tlichen nur auf Personenwagen und äder beschränkte, darf wegen ihrer Zahl von Ausstellern (insgesamt rd. davon über 120 Hersteller von Kraft), namentlich aber wegen ihres starternationalen Einschlages als eine Vertung bezeichnet werden, die der heutiedeutung des Kraftwagens in der Welt g war. Auch die äußere Aufmachung, eichartige Kennzeichnung der Stände, emessung der Größe der Stände nach röße des Unternehmens und eine ge- Unparteilichkeit in der Verteilung der gen Standorte trugen dazu bei, das An- dieser Ausstellung in den Augen der schen Welt zu heben.

Abb. 1
Fahrgestell des neuen Mercedes-Benz-Sportwagens mit 7 l Zylinderinhalt und Ladegebläse

ür die insbesondre auch aus Deutschland sehr zahl- erschienenen Besucher bot die Ausstellung als die nach dem Kriege, von der kein Land ausgeschlossen eine günstige Gelegenheit, den Stand dieser Technik n wichtigsten für den Kraftwagenbau in Betracht enden Ländern zu vergleichen. Man konnte dabei efriedigung feststellen, daß die Erzeugnisse der deut- und österreichischen Industrie, namentlich die Kraft- der Daimler-Benz-A.-G., der Horchwerke A.-G. und teyr-A.-G. von den Besuchern ebenso wie die andrer ehener Fabriken beachtet wurden, daß ferner die franhe Industrie gegenüber der besonders zahlreich veren amerikanischen nicht schlecht abschnitt, obschon die Ziele der französischen Fabriken in den letzten hren kaum geändert haben und nach wie vor durch port, das Streben nach höchster Fahrgeschwindigkeit die Milderung der dabei auftretenden Gefahren becht werden.

ie Daimler-Benz-A.-G. stellt neben andern Baumustern ere ihrer neuesten Sportwagen aus, deren Fahrgestell 400 mm Radstand und 1430 mm Spurweite, Abb. 1, tief gezogenen Rahmen und unter der Hinterachse igte Halbellipsenfedern aufweist. Ihr Motor mit Zylindern von 18 mm Dmr. und 150 mm Hub, Abb. 2, mit Doppelvergaser und Ladegebläse bis zu 180 PS. inem Übersetzungsverhältnis von 1 : 2,76 des Hinterntriebes erreicht der Wagen bis zu 160 km/h Gendigkeit.

Vier- und Sechszylindermotoren

ücksichten auf die hohen Steuer- und Brennstoffn haben die Franzosen seinerzeit bewogen, bei den s- wie bei den Gebrauchswagen die Motoren mit m Zylinderinhalt und hohen Drehzahlen einzuführen, ich bei uns bis vor kurzer Zeit üblich waren. Während aber bei uns — gestützt durch die Aussicht auf eine hterung der Lasten der Steuerformel — ernstlich geht, mit dem kleinen Vierzylindermotor zugunsten gleichmäßiger und geräuschloser laufenden Sechsermotors mit größerem Zylinderinhalt auch beim einn Gebrauchswagen zu brechen, halten die französn Firmen beim Gebrauchswagen am Vierzylinder- ständig fest; denn auch die neue französische Steuer-l bevorzugt die Motoren mit kleinem Zylinderinhalt. icht werden die französischen Firmen hierin auch ch bestärkt, daß infolge der Zollverhältnisse der Ab- hrer Erzeugung im Inlande leichter ist als bei uns. lit dieser Entwicklung hängt es wohl auch zusammen, nan in der Vereinheitlichung der Baumuster vohl auch in der Normung in Frankreich bei weitem so weit gegangen ist, wie z. B. bei den deutschen ken. Nur wenige Firmen mit verhältnismäßig geringem Absatz beschränken sich darauf, ein einziges Baumuster herzustellen oder es wenigstens für Sportzwecke mit etwas geänderter Ventilanordnung des Motors zu liefern; alle größeren Firmen legen dagegen, wie früher auch unsere, Wert darauf, den gesamten Bereich der Motorleistungen, der für ihren Kundenkreis in Frage kommt, mit eigenen Erzeugnissen decken zu können, Renault mit 6, Peugeot mit 6, Panhard mit 5, Delage mit 3 Baumustern. Citroën hatte sich bisher mit einem einzigen Wagen mit Vierzylindermotor begnügt und sich darauf beschränkt, diese Bauart immer weiter zu verbessern, hat aber in neuerer Zeit ebenfalls einen Wagen mit Sechszylindermotor von höherer Leistung auf den Markt gebracht. Es gibt in Frankreich aber auch noch Fabriken, die es als einen Vorzug ihrer Erzeugnisse ansehen, daß sie nicht in Reihen, sondern nach den Sonderwünschen der Besteller gebaut werden, und die dabei wirtschaftlich bestehen können.

Nach dem auf der Ausstellung Gesehenen kann man es trotzdem sozusagen als internationale Norm ansehen, daß der mittlere Personenwagen, etwa von 2 l Zylinderinhalt ab, mit einem Sechszylinder-Einblockmotor ausgerüstet wird. Die meisten größeren Fabriken, auch die französischen, sind für diesen Bereich der Leistungen bereits zu solchen Motoren übergegangen oder haben sie wenigstens ausgestellt. Sehenswert in bezug auf die äußere Gestaltung ist auch der neue Wagen von Fiat mit 6 Zylindern von 68 103 mm. Daneben haben aber auch die Achtzylindermotoren zahlreiche neue Vertreter aufzuweisen; alle sind aber Reihenmotoren, wie die der Horchwerke,

Abb. 2
Sechszylindriger 180 PS-Motor des Mercedes-Benz-Sportwagens

Abb. 3
Vierzylindermotor von S. C. A. P. mit Cozette-Gebläse

Abb. 4
Kapselgebläse, Bauart Hanocq-Dewandre

während einige amerikanische Firmen, namentlich die General Motors Corp., an der V-Bauart festhalten.

Zu den bekannten Herstellern von Motoren mit Schiebersteuerung nach Knight, voran Minerva und Panhard & Levassor (neuer Achtzylindermotor von 85/140 mm), ist neuerdings die französische Firma Sizaire getreten, die solche Motoren von der amerikanischen Firma Willys-Knight bezieht. Die Firma Sizaire-Berwick stellte ein Fahrgestell mit Achtzylinder-Reihenmotor der Continental Motors Corp. aus. Im übrigen bevorzugt die Mehrzahl der Fabriken heute seitlich stehende Ventile, wenngleich man vielfach auch noch den hängenden Ventilanordnungen mit oder ohne obenliegende Steuerwelle begegnet.

Die Verwendung der Batteriezündung macht in Verbindung mit der allgemein üblichen elektrischen Licht- und Anlaßanlage Fortschritte, auch bei Motoren von mittlerer Größe, ebenso die Verwendung von Brennstoffsaugern und Luftreinigern. Bei verschiedenen französischen

Abb. 5
Achtzylinder-Zweitaktmotor mit Ladegebläse, Bauart Hanocq-Dewandre, gebaut von Nagant Frères, Lüttich

Wagen, auch solchen von mittlerer Leistung, h Motoren Thermosyphon-Kühlung, der Motor des de Wagens hat sogar Verdampfkühlung. Bei den Kühlanlagen führt man oft vom Motorkopf zwei R Kühler, um das heiße Wasser schneller zu vertei das Äußere des Motors zu vereinfachen, setzt ma das Flügelrad der Pumpe auf die Welle des Ve auch wenn sie nur durch einen Keilriemen von de welle angetrieben wird.

Motoren mit Ladegebläse

Motoren mit Ladegebläse waren außer b ler-Benz u. a. auf den Ständen von Amilcar und zu sehen. Das Kapselgebläse der bekannten Cozette[1]) wird anscheinend bei Motoren, die aussc für Rennen bestimmt sind, am häufigsten ve s. Abb. 3. Eine Verbesserung dieses Gebläses, d besteht, daß je zwei einander gegenüberliegende F Kapselgebläses miteinander so verbunden sind, ihre Fliehkräfte teilweise ausgleichen, Abb. 4, wa neuen Zweitaktmotor, Bauart Hanocq-Dewandre, z der von der belgischen Firma Nagant Frères au wurde, s. Abb. 5. Die neue Gebläsebauart soll ermö den Reibungswiderstand der Flügelkanten erheblich ringern, ohne daß man den bekannten Entlastungsr laufen zu lassen braucht.

Die Arbeitsweise dieses Achtzylinder-Zweitak Abb. 6 bis 9, der bei den ersten Prüfstandversuch gut gearbeitet haben soll, unterscheidet sich von bekannten Zweitaktmotoren mit ähnlichem Auf allem dadurch, daß man mittels des Regelschiebe den den Einlaß des Gemisches vermittelnden Zyli die Weite der ringsherum angeordneten Einlaßschl ändern kann; diese Regelung soll verhindern, d Drosseln einzelne Zylinder dadurch aussetzen, da vom benachbarten Zylinder das Gemisch weggesau Das Ladegebläse läuft hier nur mit der Drehz Kurbelwelle. Das in die Zylinder b eintretende erhält eine kreisende Bewegung, die es, dank de gebung der Kanäle, auch beim Überströmen in d puffzylinder c beibehält. Nachdem die Kolben Ein Auslaß geschlossen haben, wird das Gemisch in Zylindergruppen verdichtet und entzündet. Die Z gruppen sind um die Länge der Pleuelstange gegene versetzt.

Wechselgetriebe und Hinterachsantrieb

Daß Kupplung und Wechselgetriebe mit dem M einem Block vereinigt werden, an dem alle Zubehör tungen fest angebaut sind, gilt heute für alle Pe wagen, ausgenommen die ganz großen, als Rege Kegelkupplung kann heute als durch die Einscheibe lung vollständig verdrängt angesehen werden. Un Wechselgetrieben wären als neu ein Getriebe von zu erwähnen, das mit einem besonderen Gebirgsga sehen ist. Dieser wird mittels eines kleinen Heb Lenkrad durch Verschieben von Kupplungsmuf einem hinter dem Getriebekasten sitzenden besonder häuse gesteuert. Zu nennen wäre ferner die La des ganzen Wechselgetriebes auf dem schwingende danrohr bei den neueren Sechszylinderwagen von R Beide Neuerungen scheinen zu verwickelt zu sein, u wirklichen Fortschritt bringen zu können.

Ob man das gleiche von dem Getriebe mit sel veränderlicher Übersetzung nach de Lavaud[2]) sagen das an zwei verschiedenen Erzeugnissen, nämlich der Société d'Expansion Technique und von Bucciali zu sehen war, steht noch dahin. Abb. 10 ist ein durch die neueste Ausführung dieses Antriebes. A Taumelscheibe a, die um den gerade geführten Za schwingen kann und durch einen geneigten Kurbel der verlängerten Motorwelle c angetrieben wird, sechs Pleuelstangen d an, die auf ebensoviele, durch laufkupplungen mit der ungeteilt durchgehenden achswelle e verbundene Scheiben f wirken. Die N der Taumelscheibe und damit die Geschwindigke

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 117.
[2]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 163.

ıng der Hinterachse wird mittels der regelbaren Span- der Federn g so bestimmt, daß sich zu jeder Zeit ıgewicht zwischen dem Hinterachsschub und der virkung des Motordrehmoments einstellen muß.

enkt man sich also den Antrieb mit einer gewissen windigkeit in Bewegung, so ruft eine Zunahme des viderstandes, etwa auf einer Steigung, infolge Über- ns des Hinterachsenschubes ein stärkeres Aufrichten aumelscheibe, also geringere Umlaufgeschwindigkeit interachswelle, hervor, wobei sich der Abstand zwi- Hinterachse und Motor etwas verringert. Bei dem n von Bucciali Frères, Abb. 11, ist das Getriebe in der ren Verlängerung des Motors angebracht und treibt ı Vorderräder an. Vom Gehäuse des Getriebes führen Wellen mit je zwei Kreuzgelenken zu den Vorder- ı, die getrennt voneinander gelenkt werden und durch genau über dem Getriebegehäuse gelagerten Gummi- abgefedert sind. Auch der Wagen der Société d'Ex- on Technique hat reine Gummifederung, nur wird die ung der aus Stahl gepreßten, hohlen Vorderachse da- unterstützt, daß die Achse als Ganzes um die Längs- des Wagens schwingen kann[3]). Bei diesem Wagen ıßerdem der ganze Rahmen aus Leichtmetall her- lt.

Beseitigung der Blattfedern

'berhaupt spielt die Beseitigung der üblichen tfedern bei den in Paris gezeigten neueren Vor- gen zur Verbesserung des Verhaltens der Kraftwagen hneller Fahrt eine große Rolle. Man behauptet, heute niarten für diese Zwecke herstellen zu können, die ang ausreichend elastisch bleiben. Ihre Verwendung elle von Federn erlaubt, die Härte der Abfederung e wechselnde Belastung oder an die mit der Fahr- windigkeit veränderliche Stärke der Stöße in einem anzupassen, das bei Blattfedern unerreichbar ist.

[3]) Vergl. VDI-Nachrichten 1927 Nr. 41.

Abb. 11
ucciali-Wagen mit de Lavaud-Getriebe und Vorderradantrieb

Abb. 6 bis 9
Arbeitsweise des Achtzylindermotors, Bauart Hanocq-Dewandre
a Regelschieber b Einlaßzylinder für das Gemisch c Auspuffzylinder

Parallel dazu läuft das Bestreben, die Bewegungen der Räder beim Durchfedern von den Bewegungen der Achsen möglichst unabhängig zu machen, weil man sich davon größere Sicherheit des Wagens bei schnellerem Fahren, d. h. die Beseitigung des seitlichen Flatterns der Vor-

Abb. 10
schnitt durch eue de Lavaud-Getriebe
umelscheibe
rade geführter
hwingzapfen für a
torwelle
euelstange
nterachswelle
triebscheiben
dern zum Regeln
r Taumelscheiben-
igung

derräder, insbesondere bei Ballonbereifung, und des sogenannten „Schwimmens" des Wagenhinterteils, verspricht. Vereinzelt findet man daher auch Vorschläge dieser Art, die darauf beruhen, statt der Blattfedern Schraubenfedern zu verwenden. Ein älteres Beispiel dieser Art ist die bekannte Abfederung des Lancia-Wagens.

Auch die immer wieder auftauchenden Vorschläge für Wagen mit Vorderachsantrieb gehen letzten Endes auf diese Bestrebungen zurück. Ein neues Beispiel dieses Antriebes, das in einigen Zügen an die Ausführung der deutschen „Voran"-Gesellschaft erinnert, ist der Wagen der Firma Tracta, Abb. 12, dessen Fortschritt auf der Verwendung eines Doppel-Kreuzgelenkes im Drehpunkt des Vorderrades, Abb. 13, außer dem Gelenk am Gehäuse des Getriebes beruhen soll. Allerdings sind bereits einfachere Anordnungen bekannt und auch bei der vorliegenden Lösung Ungleichförmigkeiten des Umlaufs der Vorderräder bei der Fahrt in einem kürzeren Bogen nicht ausgeschlossen.

Abb. 12
Tracta-Wagen mit Vorderantrieb

Von den neueren Vorschlägen auf dem Gebiete der Abfederungen und der Verbesserung der Fahreigenschaften seien noch die der Firma Farman erwähnt, deren neuer Wagen auf der Ausstellung viel Aufsehen erregte. Dieser Wagen, den die Firma als einzigen herstellt, wird von einem Sechszylindermotor von 100 mm Zyl.-Dmr. und 150 mm Hub, Abb. 14 und 15, mit Doppelvergaser und vereinigter Magnet- und Batteriezündung angetrieben. Der Zylinderblock besteht aus Leichtmetall, und die Ventile werden durch eine obenliegende Steuerwelle betätigt. Um die Abfederung allen Veränderungen der Wagenbelastung anzupassen, hat man den Rahmen vorn wie hinten auf langen weichen Querfedern gelagert, Abb. 16 und 17, die nur beim Überschreiten einer bestimmten Höchstlast durch härtere Viertelfedern unterstützt werden. Erhöhte Sicherheit in der Beherrschung der Achsbewegungen wird ferner dadurch erzielt, daß die Schubkräfte der Vorderachse unmittelbar durch Schubstangen auf den Rahmen übertragen werden. Bei der Hinterachse dient dem gleichen Zweck ein Hebelparallelogramm, das die Lage der Hinterachse gegenüber dem Rahmen annähernd unveränderlich erhält. Es leuchtet ein, daß diese Hilfsmittel nebenbei auch erhöhte Sicherheit im Fall eines Bruches der Federn bieten, auf den man bei sehr schnellem Fahren immer gefaßt sein muß.

Abb. 13
Doppeltes Kreuzgelenk des Tracta-Wagens

Zum Schutz gegen das Flattern der Vorderräder verwendet die Firma Farman eine Anordnung, die man schon mehrfach vorgeschlagen, aber wegen ihrer konstruktiven Schwierigkeiten immer wieder abgelehnt hatte: Das Lenkrad am Führersitz verstellt eine wagerecht vor dem Kühler gelagerte Welle, die mittels zweier gelenkiger und ausziehbarer Ansätze auf Schneckenantriebe der Achsschenkel wirkt. Die Übersetzungen dieser Schneckengetriebe, Abb. 18, sind verschieden groß und so berechnet, daß der Wagen, im Gegensatz zum gewöhnlichen Lenkachsenantrieb mittels des bekannten Hebeltrapezes, auch beim größten Ausschlag der Vorderräder genau im Bogen läuft, also keine Seitenabweichung erfährt. Der beschriebene Antrieb ist vollkommen selbsthemmend. Ob das ein Vorteil ist, oder ob nicht gerade diese Eigenschaft schnelle Ab der Schnecken herbeiführen kann, muß allerding gestellt bleiben.

Bremsen

Vielleicht sogar in noch höherem Maß als de zylinderblockmotor gilt heute die Vierradb beim Personenwagen als normal. Die dafür übli ordnung ist zumeist derart, daß der Fußhebel auf Räder, der mit Feststellvorrichtung versehene Ha auf die Hinterräder wirkt. Für die Bremsen der räder ist die bekannte Anordnung nach Perrot[4]) mi wirkung durch nachgiebige Lagerung der ungleich senen Bremsbacken sehr häufig anzutreffen, obglei Fabriken auch eigene Bauarten herstellen. Die neu ordnung der Perrot-Bremse, Abb. 19, die im Zus wirken mit der amerikanischen Firma Bendix ent ist, entspringt dem Bedürfnis, die Bremse nach beide tungen hin wirksam zu machen. Die beiden Ba und *b*, die miteinander durch den Zapfen *c* gelenk bunden sind, schwingen um den in der Bremstrom lagerten Zapfen *d* aus, wenn man bei der ange Drehrichtung des Rades den Bremsnocken *g* verstel bei gelangt zuerst der Backen *a* zur Anlage und die von der Bremstrommel ausgeübte Rückwirkung unt das Anlegen des Backens *b*. Bei entgegengesetzter D des Rades wird die Reibung der Backen *a* und *b*, di man gleichen Druck auf den Bremshebel voraussetz genügen würde, durch die Reibung des Backens *e* stützt, der bei *f* an der Bremstrommel gelagert is

[4]) s. Z. Bd. 69 (1925) S. 714.

Abb. 14
Motorgetriebeblock des Farman-Wagens

Abb. 15
Steuerung des Farman-Motors

Abb. 16
Vorderachse und Lenkung beim Farman-Wagen

Abb. 17
Vorderachsabfederung beim Farman-Wagen

Abb. 18. Schneckenantrieb des Achsschenkelbolzens beim Farman-Wagen

roße Verbreitung hat ferner, namentlich bei französi[illegible]n und belgischen Kraftwagen, die Unterdruck-Hilfs[illegible]htung für Bremsen nach Dewandre[5]) erlangt, die in [illegible]usführung von R. Bosch A.-G. auch an einem Wagen der Daimler-Benz-A.-G. zu sehen war. Abb. 20 zeigt die Anordnung dieser Bremse eines Wagens der Firma Ballot mit vier Zylindern von 70 × 130 mm. Der Fußhebel wird so eingestellt, daß schon ein leichter Druck darauf, ähnlich wie beim Gashebel, den Unterdruck im Bremszylinder wirksam macht und die Bremsen sanft anzieht. An dieser Wirkung der Bremsen ändert sich auch dann nichts, wenn ein ungeübter Fahrer plötzlich ganz stark auf den Fußhebel tritt, weil der für den Fall des Motorstillstandes oder eines ungenügenden Unterdrucks vorhandene Seilantrieb des Bremshebels mit einem gewissen Spielraum gegenüber dem Antrieb durch den Bremszylinder eingestellt wird. Dieses Spiel muß man allerdings auch beim Nachstellen der Bremsbacken stets einhalten.

Aus dem Bereich der selbsttätigen Fahrgestellschmierung sei endlich noch die Einrichtung der Firma Alcyl erwähnt, bei der zum Fortleiten des Öles an die entfernte Schmierstelle mit Docht gefüllte Rohre benutzt werden. Diese Rohre werden aus einem Ölbehälter am Spritzbrett gespeist, und der geringe hydraulische Überdruck des Öles genügt in Verbindung mit der Kapillarwirkung der Dochte, um das Öl bis an jede beliebige Stelle des Fahrgestells zu bringen und dabei den Austritt von Öl aus den Lagern zu verhüten. Gegenüber den bekannten Einrichtungen, die mit hohen Öldrücken und winzigen Düsen für die Ölzuleitung arbeiten, stellt diese Einrichtung eine beachtenswerte Vereinfachung dar. [B 905]

[5]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 115.

Abb. 19
Neuere Anordnung der Perrot-Bendix-Bremse mit drei Bremsbacken
a, b, e Bremsbacken
c, d, f Drehzapfen
g Bremsnocken

Abb. 20
Anordnung der Unterdruck-Hilfsbremse nach Dewandre beim Ballot-Wagen

Der Kugelschlag-Härteprüfer [1)]

Um die gemeinhin als Härte empfundene Werkstoffeigenschaft auszudrücken, hat sich in der Werkstoffprüfung, ausgehend von Brinell, der Begriff der Kugeldruck- oder Brinellhärte eingeführt, ein Wert, der sich aus dem Verhältnis der Belastung einer Stahlkugel beim Eindrücken in den zu prüfenden Werkstoff zu der Größe der kugeligen Oberfläche selbst ergibt. Insbesondere in der Eisen- und Stahlindustrie hat sich die Härtezahl rasch eingebürgert und als brauchbare Bewertungsziffer der üblichen Baustoffe erwiesen, wenngleich sie, wie die notwendige Normung der Versuchsanordnung ($P = 3000$ kg Belastung, $D = 10$ mm Kugel-Dmr. und bestimmte Belastungsdauer) zeigt, keinen Werkstoff-Festwert darstellt und auch ihre physikalische Erklärung unzulänglich ist.

War man zur Feststellung der Brinellhärte anfangs ganz an den Standort der Brinellpresse und an bestimmte Abmessungen der Probekörper gebunden, so löste jedoch bald die Steigerung der Bedürfnisse das deutlich zu erkennende Bestreben aus, die erforderliche Versuchseinrichtung möglichst beweglich und klein zu gestalten. Zahlreiche sehr brauchbare Sonderkonstruktionen kommen diesem Wunsche nach. Doch müssen für die übliche Art der Versuchsdurchführung die Pressen für eine Kraftäußerung von immerhin 3 t gebaut sein. Bei der Prüfung größerer Stücke, die nicht, wie z. B. Stangen, umklammert werden können, ist es schwierig, das Prüfgerät festzuspannen. Bei dynamischer Prüfung fällt diese Schwierigkeit jedoch ganz weg. So findet man denn auch den — an sich älteren — Gedanken dynamischer Härteprüfung immer wieder auftauchen.

Neben Fallgeräten, über die z. B. Wüst[1a]) ausführlich berichtete, die aber wagerechte Prüfflächen verlangen, ist eine glückliche Lösung in den Schlaghärteprüfern gefunden, bei denen die Stahlkugel mittels einer gespannten Feder in das Prüfstück eingetrieben wird. Ein solches, kaum 2 kg wiegendes Gerät der Bauart Prof. Dr.-Ing. E. h. R. Baumann zeigen Abb. 1 und 2, losgelöst vom Schutzmantel. Ein Schlagbolzen *a* trägt die Stahlkugel *b* und bildet die Führung für den Schlaghammer *c*. Dieser treibt, durch die Schraubenfeder *d* beschleunigt, beim Aufschlagen auf den Bund des Schlagbolzens die Kugel in das Prüfstück ein.

Zu Beginn des Spannens, Abb. 1, wird das Gerät senkrecht auf das Prüfstück gesetzt, hierauf wird gegen das Einspannende der Feder gedrückt. Der Hammer wird durch den Sperrhaken *f* festgehalten, da der Sperrhakenhalter *g* an einem Bunde des Schlagbolzens anliegt. Das eingespannte Federende bewegt sich infolge der ausgeübten Druckkraft gegen das Prüfstück zu, wodurch die Feder so lange zusammengedrückt wird, bis die zur Einstellung des Gerätes verstellbare Auslösebüchse *h* auf den Sperrhaken auftrifft und durch ihr kegeliges Ende den Schwanz des Sperrhakens nach innen drückt. Damit wird der Hammer freigegeben. Der Schlag erfolgt, Abb. 2.

Ein zweiter längerer Sperrhaken *i* gibt nur halbe Federspannung (Stufe ½), also ein Viertel der Schlagarbeit bei Benutzung des Hakens *f* (Stufe 1). Noch weitergehende Änderung der Schlagarbeit wurde durch Einlegen besonderer Ringe bei *r*, Abb. 2, unter gleichzeitiger Verstellung der Auslösebüchse *h* ermöglicht.

Nach Herausnahme der Schraubenfeder kann das Gerät in gleicher Weise als Fallhärteprüfer benutzt werden.

Wichtig ist eine möglichst vollständige Ausnutzung der Schlagenergie. Bei größeren Prüfstücken ist dies leicht; kleine Prüfstücke müssen künstlich die erforderliche Massenträgheit erhalten durch Kupplung mit einer größeren Masse (z. B. sattes Auflegen des Prüfstückes auf träger Unterlage). Frühere Versuche Baumanns zeigten, daß für die Schlagstärke ½ und 1 (Sperrhaken *i* und *f*) eine Masse der Unterlage von 5 und 20 kg eben genügt.

Die Frage, ob aus den so erlangten Eindrücken die eingangs erwähnte Brinellhärte festgestellt werden kann, war ebenfalls versuchsmäßig beantwortet und hatte zur Aufstellung einer Eichtafel geführt, Abb. 3. Die zunächst für Eisen und Stahl bestimmte Tafel weist jedem bei gleicher Schlagarbeit erhaltenen Eindruck eine bestimmte Brinellhärte zu; die Genauigkeit reicht für die Bedürfnisse der Praxis aus. Außer der Härte ist auf der Tafel die Zugfestigkeit k_z angegeben.

Die Absicht, die für die Schlagprüfung gültigen Beziehungen, also z. B. die Abhängigkeit der dynamischen Eindruckdurchmesser von der Schlagarbeit bei gleicher und verschiedener Kugelgröße festzustellen, führte infolge der Verwandtschaft von Druck- und Schlagprüfung von selbst

[1]) Auszug aus Heft 296 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Berlin 1927.

[1a]) Mitt. aus dem K. W. Institut f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. 1 (1920) S. 1.

Prüfstück a b c f g d h

Abb. 1
Schlaghärteprüfer zu Beginn des Spannens

a Schlagbolzen
b Stahlkugel
c Schlaghammer
d Schraubenfeder
e Spannhülse für *d* (Freie Federwindungszahl verstellbar!)
f Sperrhaken
g Sperrhaken[halter]
h Auslösebüc[hse]
i Sperrhaken [für] halbe F[eder]spannung

Prüfstück l r

Abb. 2
Schlaghärteprüfer in Schlagstellung
r Einlageringe zum Abstufen der Schlagarbeit

auf den Gedanken, die schon bekannten Verhältn[isse des] Druckversuches weiter auszubauen und zum Ve[rsuch] nutzbar zu machen.

Die Formel $P = a\,d^n$ gibt den Zusammenhang z[wischen] Druckkraft P und Eindruckdurchmesser d, wobei [der Fest]wert a die Kraft zur Erlangung des Eindruckdurchm[essers 1] darstellt, also von der Kugelgröße abhängig ist, [während] der im allgemeinen zwischen 2,0 und 2,5 liegend[e Expo]nent n unabhängig von der Größe der Kugel (D) ei[n Werk]stoffestwert[2]) ist; er nimmt ab mit zunehmende[r Ver]reckung eines Stoffes.

Unter Zugrundelegung der Ähnlichkeitsätze, [wonach] im wesentlichen bei geometrisch ähnlichen Eindrück[en, d. h. bei] Eindrücke gleicher Zentriwinkel φ, die Eindruck[kräfte] mit den Eindruckflächen, die Eindruckarbeiten A [mit den] Eindruckvolumen V wachsen, läßt sich für den m[ittleren] Druck auf die Flächeneinheit schreiben:

$$p = \frac{a\,d^n}{\frac{\pi\,d^2}{4}} = \frac{4}{\pi}\,a\,d^{n-2} = \frac{4}{\pi}\,a\,D^{n-2}\,\sin^{n-2}\frac{\varphi}{2}.$$

Der Ausdruck $a\,D^{n-2}$, der im folgenden mit de[m Buch]staben K als Kugeldruckhärte abgekürzt ist, stell[t] den unveränderlichen Teil des von Kugeldurchmes[ser und] Belastung abhängigen mittleren Druckes dar.

Waizenegger hatte als Kennzahl die Grö[ßt]zahl H_{max} vorgeschlagen, die den Größtwert des Qu[otienten] aus Kugelbelastung und Kalottenoberfläche darstellt.

$$H_{max} = K\,\psi, \text{ wobei } \psi = \frac{\left(\frac{\sqrt{n\,(n-2)}}{n-1}\right)^n}{\frac{\pi}{2}\,\frac{n-2}{n-1}} \text{ ist.}$$

[2]) Die Abhängigkeit der Härtezahl überhaupt und a[uch des] Exponenten n von der Härte der Kugel berührt Mailänder [in „Stahl] und Eisen" Bd. 43 (1925) S. 1769.

700 kg/mm² 600 500 400 300 200 100
Härtezahlen nach Brinell: 3000/D
250 200 150 100 50 0 k_z kg/mm²
d_1 d_I d_2 d_{II}
Stufe 1, D=10
Stufe 1, D=5
Stufe ½, D=10
Stufe ½, D=5
1 2 3 4 mm
Eindruckdurchmesser

Abb. 3
Eichtafel des Schlaghärteprüfers

Abb. 4

Zusammenhang zwischen Eindruckdurchmesser d und den Härtewerten a, K, p und H_b bei $P = 3000$ kg und $D = 10$ mm

en Vergleich einiger Härtezahlen (Brinellhärte H_b, r Druck p, Kugeldruckhärte K und Beiwert a) zeigt Die Härtezahlen sind dort über den bei 3000 kg igel von 10 mm Dmr. erreichten Eindruckdurch- aufgetragen. Man erhält je für H_b und p nur eine für K und a dagegen je eine für jeden Wert des nten n. Die Kurve der Brinellhärten liegt nun gerade

Abb. 5

ammenhang zwischen mittlerem Druck und spezifischer Verdrängungsarbeit

in dem Bereich der K-Kurven, dem die für die üblichen Werkstoffe am häufigsten sich findenden Exponenten n zugrunde liegen. Im allgemeinen (wenn n nicht ausnehmend groß ist) decken sich Brinellhärte H_b und Kugeldruckhärte K fast zahlenmäßig genau; für die Praxis ist aber bedeutungsvoll, daß H_b sich aus einem einzigen Eindrucke feststellen läßt, K dagegen zur Feststellung immerhin zwei verschiedene Eindrücke braucht. Die Brinellhärte ist mithin der einfache Ersatz der Kugeldruckhärte K. Beachtet man hierzu noch die günstige Vergleichsmöglichkeit zwischen Zugfestigkeit und Brinellhärte, so ist verständlich, weshalb diese von Brinell eingeführte Zahl in kurzer Zeit so große Bedeutung erlangen konnte.

Eine Berechnung der Eindruckarbeit A aus dem Potenzgesetze führt auf den Ausdruck:

$$A_1 = K \frac{D^3}{2} \int_0^{\frac{\varphi}{2}} \sin^{n+1} \frac{\varphi}{2} \, d \frac{\varphi}{2} ;$$

für kleine Eindruckdurchmesser erhält man angenähert, wenn man $m \equiv n + 2$ und $b \equiv \frac{a}{2 D (n+2)}$ setzt: $A_2 = b \, d^m$.

Für das verdrängte Volumen (Kugelkalotte) erhält man

$$V_1 = \frac{\pi D^3}{24} \left(2 - 3 \cos \frac{\varphi}{2} + \cos^3 \frac{\varphi}{2} \right)$$

und angenähert für kleine Eindrücke $V_2 = \frac{\pi}{32} \frac{d^4}{D}$.

Für größere Eindrücke weichen die Werte der angegebenen genauen und Näherungsgleichungen je für A und V erheblich voneinander ab, jedoch ähneln sich die Quotienten $A_1 : V_1$ und $A_2 : V_2$, die als spezifische Verdrängungsarbeit l bezeichnet werden, sehr Abb. 5 stellt in den gestrichelten Kurven die Quotienten $A_1 : V_1$, in den ausgezogenen die Quotienten $A_2 : V_2$ je für die Härtezahl $K = 1$ dar.

Die spezifische Verdrängungsarbeit l hat dieselbe Dimension wie der mittlere Druck p, nämlich kg/mm². Für kleinere Eindruckdurchmesser hat man zwischen beiden das

Abb. 6
Versuchswerte von Flußstahl A (bezogen auf die Kugel von 10 mm Dmr.)
Kurve a: Schlagversuch mit Schraubenfeder
„ b: „ „ fallendem Hammer (Der Übersicht wegen um eine Einheit nach rechts verschoben)
„ c: Kugeldruckversuch

Abb. 7
Versuchswerte von Gußmessing $GM_{T)}$ bezogen auf die von 10 mm Dmr.
Kurve a: Schlagversuch mit Schraubenfeder
„ b: „ „ fallendem Hamme (Der Übersicht wegen um eine Ein heit nach rechts verschoben)
„ c: Kugeldruckversuch

Verhältnis $\frac{p}{l} = \frac{n+2}{4}$ [3]), das auch für die größten Eindrücke brauchbar ist, Abb. 5.

Zur Darstellung der Verhältnisse werden zweckmäßigerweise die Werte für P, A, d usw. nach den Ähnlichkeitssätzen auf die Einheitskugel $D = 10$ mm umgerechnet und logarithmisch aufgezeichnet.

Um festzustellen, inwieweit die aus dem statischen Gesetz berechneten Beziehungen für den Schlagversuch verwertbar sind, wurden mit dem Baumannschen Schlaghärteprüfer verschiedene Stoffe geprüft. Für einen weichen Flußstahl und ein Probestück aus Gußmessing zeigen Abb. 6 und 7 die Ergebnisse. Daraus geht hervor, was durch weitere Versuche bestätigt wurde, daß der Zusammenhang zwischen Schlagarbeit und Eindruckdurchmesser mit großer Genauigkeit dem, wie oben angegebenen, aus dem Potenzgesetze $P = a\,d^n$ berechneten folgt. Die Zahlen-

[3]) Der Quotient $A_2 : V_2$ ist gleichzeitig das $\frac{4}{n+2}$-fache des mittleren Druckes p.

Abb. 8
Gegenüberstellung von Brinellhärte, Fallhärte und Schlaghärte

werte a und n sind jedoch aus verschiedenen Grün durch Arbeitsverluste, durch den Einfluß der Gesc keit und die verschiedene Form von Eindruckr Einflußbereich des Eindruckes bei Druck und Sch schieden. Der Beiwert a der Schlagprüfung ist a wesentlich größer als bei der Druckprüfung; un verhalten sich im allgemeinen die Exponenten n. sind für die Eisengruppe die dynamischen Expon nahe zur Zahl 2 hin zusammengedrängt, daß prak Anbetracht aller Versuchsungenauigkeiten von ei weichung nicht gesprochen werden kann. Die sp Verdrängungsarbeit l ist nun aber für $n = 2$ unv lich, Abb. 5, d. h. unabhängig von Schlagarbeit, Ku Eindruckdurchmesser. Sie kann also als Kennzah einen einzigen Eindruck bestimmt werden; bei B gleicher Schlagarbeit sind nach obigem diese Hä der vierten Potenz der Eindruckdurchmesser umgek hältnisgleich.

Zur praktischen Ermittlung von l empfiehlt sich hin, die Eindrücke nicht zu klein und nicht zu wählen, also z. B. durch geeignete Größe der Schl die Eindruckdurchmesser in den Bereich zwischen ¼ des Kugeldurchmessers zu legen.

Ist nun auch teilweise, besonders für Nichteisen der dynamische Exponent n von 2 verschieden, spezifische Verdrängungsarbeit veränderlich, so lä doch mit dem gleichen Erfolge, wie man bei der prüfung die Brinellhärte bei gleicher Belastung e bei der Schlagprüfung die spezifische Verdrängun bei gleicher Schlagarbeit als Schlaghärte angeben.

Abb. 8 zeigt an der Hand einiger Versuchswerte genüberstellung der Brinellhärte und der spezifisch drängungsarbeit; letztere ist für die Stoffe, wo n abweicht, für eine Schlagarbeit $A : D^3 = 1$ angegeb Grund von Abb. 8 kann man gleichzeitig unter Be einer von Wüst angegebenen Kurve Fall- und Schl prüfer vergleichen. Das Verhältnis der statisch dynamischen Härtezahlen bleibt nicht genau gleich, ist in geringem Maße von der Härte und teilweise w vom Werkstoff abhängig.

Sofern man auf Angabe einer rein dynamischen zahl verzichtet, ist die einfachste Nutzbarmachung Zusammenhänge zwischen Brinellhärte und spez Verdrängungsarbeit die in Abb. 3 angegebene, früher von Baumann ermittelte Eichkurve. Eine kann noch besonders dienlich sein, wenn man unm vom dynamischen Eindruckdurchmesser auf die Fe zurückschließt, wie dies Baumann schon vor Jahre bestem Erfolge, z. B. sogar auf Hölzer, getan hat es durch die Versuche von Wüst u. a. besonders auf als erfolgversprechend dargestellt worden ist. [M

Essen Dr.-Ing. I. C

[4]) Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieu Heft 231, S. 23.

Chemische Analyse kleinster Mengen

Von Dr.-Ing. H. Dieterle, Berlin

likrochemische Wage — Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung — Kohlenstoff-Stickstoff-Bestimmung auf nassem Weg — Stickstoffbestimmung nach Dumas

ie Mikroelementaranalyse hat Hand in Hand mit der Mikrochemie in dem letzten Jahrzehnt einen ungeahnten Aufschwung genommen. Dieser Aufıg war nur dadurch möglich, daß die ursprünglichen sverfahren weiter ausgearbeitet und die Arbeitsin weitestgehendem Maße verfeinert wurden, wofast alle durch die Apparatur bedingten Fehler ausltet werden. Als der Schöpfer der eigentlichen elementaranalyse ist Prof. Fritz Pregl[1]), Graz, nnen, der für diese ausgezeichnete Arbeit den reis erhalten hat. Im nachfolgenden werden die chlichsten bei der Mikroelementaranalyse verwen- Geräte näher beschrieben.

Mikrochemische Wage

s Grundbedingung für die Ausführung von Elemenlysen mit möglichst kleinen Gewichtsmengen war edingt erforderlich, eine Wage zu schaffen, mit n bei einer verhältnismäßig hohen Belastung noch Gewichtsmengen genau wägen kann. Es ist wiedas Verdienst Pregls, diese Aufgabe glänzend gehaben, Abb. 1. Den Anweisungen Pregls folgend, itz Kuhlmann, Hamburg, eine mikrochemische gebaut, die bei nur 70 mm Balkenlänge und einer gen Höchstbelastung von 20 g im belasteten sowie elasteten Zustand gleichbleibende Empfindlichkeit Diese hervorragenden Eigenschaften sind bedingt its dadurch, daß die drei vollkommen geradlinigen den in einer Ebene liegen und untereinander pasind und anderseits dadurch, daß die Balkenkonon eine Starrheit aufweist, daß auch bei der Höchstng eine Durchbiegung nicht nachweisbar ist. weitere Verfeinerung in der Ausführung, in erster auch der Schneiden, ist man in der Lage, mit der annschen Wage bei der zulässigen Höchstbelastung 20 g das Gewicht mit einer Genauigkeit von mg festzustellen. Die Empfindlichkeit dieser beträgt also 10^{-7}.

ie Abb. 1 zeigt, befindet sich oberhalb des Wages ein Reiterlineal mit 100 ganz gleichartig geenen Kerben. Um am Reiterlineal genau abzubedient man sich einer an der Reiterverschiebung renden Lupe. Bei der mikrochemischen Wage wird iter von 5 mg Gewicht benutzt; die Wage ist so ichtet, daß sie sich im unbelasteten Zustand dann ichgewicht befindet, wenn der 5 mg-Reiter auf dem nkt des Reiterlineals, also auf der ersten Kerbe lem linken Gehänge liegt. Die Versetzung des s um einen Teilstrich (von „null" des Reiteraus gerechnet) bedeutet also eine Belastung der auf der rechten Seite von 0,1 mg und die Verz des Reiters um 100 Teilstriche eine solche von Nun ist aber die Wage so konstruiert, daß die ung von 0,1 mg auf der durch die Spiegelablesung ßert erscheinenden Skala einen Ausschlagunterschied hn Teilstrichen hervorruft. Hieraus ergibt sich, ne Ausschlagdifferenz von einem Skalenteilstrich entspricht. Bei einiger Übung ist man in der den Raum zwischen zwei Teilstrichen der Skala in leiche Teile zu teilen und somit die Tausendstel amme zu schätzen. Hierbei ist jedoch zu beachten, er Kopf des Wägenden nicht zu nahe an die kommt, da sonst, selbst bei geschlossenem Wage- Störungen in der Regelmäßigkeit der Schwingunftreten. Die einzelnen Teilstriche der Skala werden nit 1, 2, 3 usw., sondern mit 10, 20, 30 bezeichnet, man die Tausendstel Milligramme besser ablesen Beim Wägen beobachtet man eine Anzahl Schwin-

[1] Vergl. Pregl, Die quantitative organische Mikroanalyse. Berlin 1923.

Abb. 1
Mikrochemische Wage nach Pregl

gungen nach links und nach rechts und nimmt alsdann von den verschiedenen Ausschlagunterschieden das Mittel. Ist die Wage nach links ausgeschlagen, dann ist das aufgelegte Gewicht zu schwer, der abgelesene Unterschied muß also von dem Gewicht abgezogen werden, während bei einem Ausschlag nach rechts der abgelesene Unterschied dem Gewicht zugezählt werden muß.

Von den Verfahren der Mikroanalyse kommen für die organische Chemie in erster Linie die quantitative Bestimmung des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Stickstoffs in Betracht, daneben auch noch solche Verfahren, mittels deren größere Gruppen, wie Hydroxylgruppen, Methoxylgruppen, bestimmt werden können.

Für diese Bestimmungen werden 2 bis 5 bis 7 mg in Arbeit genommen.

Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung

Für die Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung verdanken wir Pregl die erste Einrichtung, Abb. 2 und 3. An Stelle der bei der Makroelementaranalyse verwendeten Quetschhähne bedient sich Pregl bei der Sauerstoffzufuhr eines Druckreglers *a*, durch den unvorhergesehene Druck- und infolgedessen Geschwindigkeitsänderungen der zugeführten Gase so gut wie vollkommen ausgeschaltet sind. Der Druckregler selbst besteht aus zwei Glockengasometern *b* und *c*, von denen der eine für die Zufuhr der Luft, der andre für die Zufuhr des Sauerstoffes dient. Die Glockengasometer sind Glasflaschen mit ungefähr 60 mm äußerem Dmr. und 240 mm Höhe. Sie sind bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, dem etwas Natronlauge zugefügt ist, die obere Öffnung ist mit einer übergestülpten Holzkappe *d* verschlossen, mit mittlerer Bohrung, durch die die eigentliche Gasometerglocke in der Höhe verstellbar ist.

Die Gasometerglocke besteht aus einer 200 mm langen Glasröhre von 20 mm lichter Weite, in deren Innerem eine enge Glasröhre bis an die untere offene Gasometerglocke reicht. Diese innere Röhre führt zum Vorratgasometer. Der in das Glockengasometer eingetretene Gasstrom wird zur eigentlichen Verbrennungsanlage durch einen Dreiwegehahn abgeleitet. Von ihm führt ein Gummischlauch, (künstlich gealtert, s. unten) zu dem Blasenzähler, an den zum Reinigen und Trocknen der durchströmenden Gase ein U-Rohr angeschmolzen ist. Der eine Schenkel des U-Rohrs ist zugeschmolzen, während der andre mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel verschlossen ist. An dem mit Glasstopfen verschlossenen Schenkel befindet sich der Blasenzähler. Das U-Rohr ist in dem geschlossenen

Schenkel ganz, in dem mit einem Glasschliff verschlossenen zu zwei Dritteln mit feingekörntem Chlorkalzium gefüllt, während das letzte Drittel feingekörnten Natronkalk enthält. In den Blasenzähler gibt man soviel Kalilauge, daß das verjüngte untere Ende gerade in die Flüssigkeit eintaucht. Das Ansatzröhrchen am geschlossenen Schenkel wird nunmehr mit einer kegelig eingezogenen Thermometerkapillare *h* durch Darüberschieben eines mit geschmolzener Vaseline behandelten gealterten Gummischlauchs verbunden und der kegelige Teil der Röhre durch einen Stopfen gesteckt und mit der eigentlichen Verbrennungsröhre aneinandergefügt.

Das Ankleben des Gummistopfens wird dadurch vermieden, daß man den Gummistopfen selbst und die Bohrung mit einer ganz geringen Spur Glyzerin befeuchtet; es ist selbstverständlich, daß der Überschuß durch Abwischen wieder entfernt werden muß. Nachdem nunmehr das U-Rohr mit dem Blasenzähler und der Verbrennungsröhre verbunden ist, muß das Gasvolumen, das in 1 min den Querschnitt der Röhren durchströmt, und die dieser Gasgeschwindigkeit entsprechende Blasenfrequenz bestimmt werden. Dies geschieht nach den Angaben Pregls am zweckmäßigsten nach Verbindung der Mariotteschen Flasche, Abb. 2, mit dem Schnabel der Verbrennungsröhre durch Messen der Wassermenge, die in einem bestimmten Zeitraum in einen Meßzylinder abtropft. Zu gleicher Zeit wird auch die Anzahl von Gasblasen, die den Blasenzähler durchperlen, festgestellt. Man kann auf diese Weise die Geschwindigkeit des Gasstromes beliebig regeln.

Die Verbrennungsröhre selbst besteht aus Jenaer Hartglas und hat 9,5 bis 10,5 mm Dmr.; sie ist mindestens 400 mm lang. An dem einen Ende ist die Röhre zu einem Schnabel verjüngt, der mit den Absorptionsgefäßen des durch die Verbrennung entstandenen Kohlendioxyds und des Wassers verbunden ist. Für die Röhre benutzt man nach Pregl eine sogenannte Universalfüllung; in derartig gefüllte Röhren lassen sich alle Stoffe, ganz gleichgültig, ob sie außer Stickstoff auch Halogene oder Schwefel oder aber beides zugleich enthalten, vollständig einwandfrei verbrennen.

Die Füllung der Röhre wird folgendermaßen vorgenommen: Ein Bäuschchen Silberwolle wird bis an den Schnabel des Verbrennungsrohres ungefähr 10 mm weit vorgeschoben und mittels eines feinen Pfröpfchens abgeschlossen. Auf diesen Asbestpfropfen trägt m eine 20 bis 25 mm lange Schicht von Bleisuperoxy Bleisuperoxydasbest auf. Die Bleisuperoxydschicht halb unentbehrlich, weil es sich gezeigt hat, daß d superoxyd ein ganz zuverlässiges Mittel zur Abs für höhere Oxyde des Stickstoffes darstellt.

Da das Bleisuperoxyd die Eigenschaft h gleichbleibender Temperatur gleichbleibende Wasser zurückzuhalten, wird der Teil der Röhre sich die Bleisuperoxydschicht befindet, besonders und zwar mittels einer sogenannten Hohlg Abb. 2, *l*. In diese Hohlgranate wird eine bei ei stimmten Temperatur siedende Flüssigkeit — m wendet gewöhnlich Cymol — gefüllt und die durch Umwickeln mit Asbest vollständig fest ein Dadurch wird das Entstehen eines äußeren Luft unterbunden, der naturgemäß Temperaturschwan bedingen würde.

Die Bleisuperoxydschicht wird wiederum mit Asbestpfropfen, der ungefähr 7 mm lang i geschlossen. Die Aufgabe dieses Pfropfens ist dieser Stelle die größte Gasreibung in der ganz ordnung hervorzurufen, wodurch naturgemäß übe Stelle in gleichen Zeiten stets nur gleiche Gas durchstreichen können. Dann trägt man auf Bremspflock erneut eine 30 mm lange Schicht von T silber auf und schließt sie wieder mit einem pfropfen. Nunmehr füllt man die Röhre in einer Lä ungefähr 140 mm mit einem Gemisch, bestehend aus körntem Kupferoxyd und Bleichromat, das man wi mit einem Asbestpfropfen gegen eine ungefähr 30 mm Schicht von Tressensilber abschließt. Vor diese aus Tressensilber bringt man in einem kleinen Plati Porzellanschiffchen die zu verbrennende Substan verbindet alsdann die Röhre einerseits mit dem regler, dem U-Rohr mit Blasenzähler, während m Schnabel der Röhre mit den Absorptionsgefäßen i bindung bringt. Abb. 4 zeigt die gefüllte Verbren röhre während der Verbrennung.

Die zur Zeit im Gebrauch befindlichen Absor geräte sind wesentlich gegenüber den früheren Aus gen verbessert worden. Während nämlich bei den benutzten Geräten das Füllen große Schwierigkeit

Abb. 2 und 3
Gesamtanordnung für die Kohlen-Wasserstoff-Bestimmung, rd. 1/10 der nat. Größe

a Druckregler
b, *c* Glockengasometer
d Gasometerdeckel
e Gasometerglocke
f Dreiwegehahn
g Blasenzähler
h Thermometerkapillare
i Verbrennungsröhre
k Mariottesche Flasche
l Heizung durch sog. Hohlgranate

RZ2554Z2u.3

Abb. 4.
Das gefüllte Verbrennungsrohr während der Analyse (Spiegelbild von Abb. 2 und 3)

a Chlorkalziumrohr *b* Hohlgranate *c* Steigrohr der Hohlgranate *d* Drahtnetztunnel *e*, *f* Eisendraht-Netzrollen

, werden jetzt Absorptionsröhren verwendet, die eines Glasschiffes abgeschlossen sind. Die neuen ptionsgeräte, Abb. 5, zeigen röhrenförmige Gestalt; m einen Ende befindet sich eine Vorkammer von 12 mm Länge sowie ein Ansatzröhrchen mit zwei aren Verjüngungen, während das andre Ende mit eingeschliffenen Hohlstopfen verschlossen ist. In Hohlstöpsel befindet sich auf der der Röhre zu- dten Seite eine feine Öffnung, wodurch die Verbin- mit der Röhre selbst hergestellt ist, während die Seite des Glasstöpsels mit einem ebenfalls zwei ka- Verjüngungen tragenden Ansatzröhrchen ver- ist.

as erste Absorptionsgefäß wird mit entwässertem, körntem Chlorkalzium gefüllt und dient zur Auf- des entstandenen Wassers, während das zweite ptionsgefäß, worin die Kohlensäure aufgenommen n muß, mit schwach angefeuchtetem, ebenfalls fein- ntem Natronkalk gefüllt ist. Das letzte Drittel dieses hens füllt man, nachdem man die Natronkalkschicht Watte abgeschlossen hat, nochmals mit feingekörntem kalzium. Die auf diese Weise gefüllten Röhren n in der bei der Makroelementaranalyse üblichen vorbereitet und nach Verschluß mit passenden uchkappen unter Beobachtung besonderer Vorsichts- geln gewogen und alsdann mit der Verbrennungs- verbunden. Sämtliche Verbindungen bei der oben riebenen Apparatur werden mit Gummischläuchen stellt, die jedoch einer besonderen Behandlung unter- werden müssen. Pregl gibt eine ausführliche Be- ibung dieser Behandlung.

ie eigentliche Ausführung der Analyse beginnt man Pregl zweckmäßig mit dem Ausglühen der Ver- ungsröhre mittels des Langbrenners; zugleich wird die Hohlgranate angeheizt. Inzwischen nimmt man Wägung der Substanz (2 bis 6 mg) sowie der nach deren Vorschriften gereinigten Absorptionsgefäße Nach dem Zusammenfügen und Verschließen der Ab- ionsröhrchen bringt man sie zugleich mit der sich in Exsikkator (Austrockner) befindenden Substanz zu Verbrennungsofen. Hier stellt man zuerst die Ver- ng zwischen dem Chlorkalziumrohr und der Ver- ungsröhre her und verbindet alsdann die Natronkalk- mit der Mariotteschen Flasche. Nachdem so die rptionsapparate eingefügt sind, bringt man die Sub- auf einem Schiffchen ebenfalls in die Verbrennungs- , und zwar derart, daß zwischen Schiffchen und der füllung noch ein Zwischenraum von ungefähr 15 mm nden ist. Nachdem man sich noch davon überzeugt laß die ganze Apparatur vollständig dicht ist, schreitet zur Verbrennung der Substanz.

u diesem Zwecke wird das kurze, über dem Ver- ungsrohr verschiebbare Röllchen aus Eisendrahtnetz stellt, Abb. 2, *i*, daß der äußere Rand eben bis zum fchen reicht; nun wird dieses Röllchen mit dem ver-

Abb. 5. Neues Absorptionsgerät mit Schliff

schiebbaren Brenner allmählich erhitzt. Alsdann wird das Röllchen immer weiter über das Schiffchen gezogen, indem man gleichzeitig auch den Brenner im gleichen Verhältnis mitbewegt. Hierbei ist vor allen Dingen davor zu warnen, das Vorwärtsbewegen des Röllchens und des Brenners zu überhasten, da sonst der Gasstrom leicht ins Stocken gerät, wodurch die Verbrennungsgase zurückschlagen und Fehler entstehen. Nachdem man mit dem beweglichen Brenner bis zum Langbrenner gekommen ist, läßt man nun an Stelle des bis jetzt verwendeten Sauerstoffes Luft in das Verbrennungsrohr durch entsprechende Umschaltung des Dreiwegehahns eintreten. Das von dieser Zeit ab aus der Mariotteschen Flasche abtropfende Wasser wird in einem Meßzylinder aufgefangen; sobald 100 cm^3 abgeflossen sind, kann man annehmen, daß das gesamte Kohlendioxyd und jeglicher Wasserdampf in die Absorptionsröhrchen übergetrieben ist. Man bringt nunmehr, nachdem man den Hebel der Mariotteschen Flasche hochgestellt hat, die Absorptionsgeräte in den Kasten der Wage und reinigt sie nach dem bei der Mikroanalyse allgemein üblichen Verfahren. Nach der Abkühlung werden die Absorptionsgefäße gewogen.

Bei der richtigen Ausführung einer Mikroelementaranalyse nach Pregl spielen die Gummiverbindungen und ihre Vorbereitungen eine sehr große Rolle; zugleich sind sie aber auch eine nicht außer acht zu lassende Fehlerquelle. Ernst Müller und Hertha Willenberg[2]) haben versucht, sämtliche Gummiverbindungen in der Apparatur vollständig auszuschalten und durch Glasschliffe zu ersetzen. Auch sonst haben diese beiden Forscher verschiedene Änderungen an der Apparatur angebracht, um sie recht handlich zu machen. Auf Grund eines mehrjährigen Arbeitens mit der Müllerschen Apparatur kann ich die von Pregl in seinem Buche, S. 53, gemachten Befürchtungen nicht teilen, zumal da eine Ausbesserung der Apparatur bei eingetretenem Bruch ohne irgendwelche Schwierigkeiten zu bewerkstelligen ist. Die Zusammenstellung der Apparatur ist aus Abb. 6 ersichtlich. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß Müller die Absorptionsgefäße mit Sauerstoff sättigt und dann zur Wägung bringt; bei dieser Apparatur fallen also das Glasglockengasometer sowie der Dreiwegehahn weg. Der zur Verbrennung nötige Sauerstoff wird unmittelbar einer Sauerstoffbombe entnommen; er gelangt durch das Rohr *a* in die Geräte.

Zur Reinigung wird der Sauerstoff durch eine über dem Langbrenner gelegene und mit Kupferoxyd gefüllte Röhre geleitet; er strömt alsdann in das sowohl als Wasch-

[2]) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 99 (1919) S. 34.

Abb. 6
Apparatur von Ernst Müller und Hertha Willenberg
a Zuleitung für Sauerstoff *b* Druckrohr *c* Glasschlange
d Chlorkalziumröhre mit Tropfenzähler *e* Absorptionsgefäße

Abb. 7
Einrichtung der Verschlußkappe der Verbrennungsröhre

flasche wie auch als Druckregler dienende Glasgefäß *b*. Dieser Druckregler besteht aus einem oben offenen, unten mit einer Abflußröhre und Glashahn versehenen Glasmantel, in den ungefähr 5 bis 10 cm oberhalb des Bodens das Zuleitungsrohr für den Sauerstoff mündet. An dem Punkte, wo das Zuleitungsrohr in den Glasmantel einbiegt, ist um das Zuleitungsrohr eine weitere, unten offene Glasröhre angeschmolzen, die mit ihrem offenen Ende in der gleichen Höhe wie das Zuleitungsrohr endigt und oben eine rechtwinklig angeschmolzene Glasröhre trägt. Der äußere Glasmantel wird nun bis zu einer bestimmten Höhe mit Kalilauge gefüllt, womit der Sauerstoff gewaschen wird. Da man aber durch Hinzufügen von Kalilauge in den äußeren Mantel in der Lage ist, den Druck zu erhöhen, so dient dieses Gefäß, wie schon oben erwähnt, zugleich auch als Druckregler. Der so gewaschene Sauerstoff gelangt nunmehr durch die Röhre *c* zu einem mit Kalilauge gefüllten Blasenzähler, an dem eine U-förmige, mit einem Glasstöpsel verschlossene und mit Chlorkalzium gefüllte Röhre angeschmolzen ist, und von dort aus durch einen sehr sinnreich konstruierten Verschluß an das eigentliche Verbrennungsrohr.

Die Einrichtung der Verschlußkappe der Verbrennungsröhre zeigt Abb. 7. Als Absorptionsgefäße bedienen sich Müller und Willenberg nicht der von Pregl empfohlenen Geräte, sondern sie verwenden dünnwandiges Glasrohr von ungefähr 135 mm Länge, das zur Aufnahme der Füllung dient und an den beiden Enden mittels zweier drehbarer Hahnschliffe verschlossen ist, *a* in Abb. 6. Die Hahnschliffe haben seitlich eine Bohrung, so daß durch entsprechende Drehung eine Verbindung mit den beiden Ansatzröhren hergestellt werden kann. Auch die Verbindung zwischen den beiden Absorptionsröhrchen ist bei der Apparatur nach Müller-Willenberg mittels eines sehr langen Schliffes hergestellt, so daß also auch hier die Gummiverbindung vollständig ausgeschaltet ist. Auf eine sorgfältige Reinigung der Schliffe vor dem Wägen muß natürlich größte Sorgfalt verwendet werden. Mittels einer elastischen Feder werden die beiden Röhrchen auf ein Messingrähmchen aufgespannt, das auf einem Ständer aufgehängt werden kann.

Die Handhabung dieser Verbrennungsapparatur ist im großen und ganzen dieselbe, wie bei der Preglschen Anordnung, so daß hier nicht näher auf diesen Punkt eingegangen zu werden braucht.

Kohlenstoff-Stickstoff-Bestimmung auf nassem W

Eine Anordnung, mittels der man in die Lag setzt ist, mit ein und derselben Menge Substan Kohlenstoffgehalt einerseits und den Stickstoffgehalt seits zu bestimmen, wird in nachfolgendem nähe schrieben.

Die Geräte zur Kohlenstoffbes mung. Der Kohlenstoff wird durch Oxydatio Substanz mit Kaliumdichromat und Schwefelsäu Sauerstoffstrom bestimmt. Abb. 8 zeigt den Aufba Gerätes. Der untere Teil der Waschflasche ist mi zentrierter Schwefelsäure ungefähr 1 cm hoch Die Spitze der nach unten gebogenen Röhre muß Schwefelsäure eben eintauchen. Ungefähr 7 cm vom entfernt befindet sich an der Waschflasche eine Ein rung; diese Einschnürung ist von oben mit einem wollebausch verschlossen; der übrige Raum der W flasche ist mit einem Gemisch von Natronkalk und kalzium angefüllt.

Die Kugel des Verbrennungskölbchens *d* fa gefähr 10 bis 15 cm^3. Der Tropfenzähler *e* enthäl zentrierte Schwefelsäure, und die Röhre *f* ist mit kalzium gefüllt. Um dem Gerät größere Haltbark verleihen, ist zwischen das Kölbchen *d* und den Tr zähler *e* eine Spirale geschaltet. Die 23 cm lange brennungsröhre *g* enthält zwischen zwei Rollen aus K drahtnetz von je 2 cm Länge eine etwa 8 bis 9 cm Schicht eines Gemisches von Kupferoxyd in Stäbche und gekörntem Bleichromat. Das Rohr selbst ru einer auf der inneren Seite mit dünnem Asbestpapie gelegten Rinne aus Eisen, die von zwei Haltern tragen wird. Zum Schutze der beiden Schliffe des

Abb. 8. Gerät zur Kohlenstoffbestimmung auf nassem Wege

gsrohres werden über dieses zwei Asbestscheiben Zum Heizen der Röhre dient ein Brenner von änge, der beiderseits mit Schienen, die zum Tragen it Asbest ausgekleideten Schutzdaches dienen, ver- t. Die U-förmig gebogene Röhre *i* mündet mittels gen Schliffes in das eigentliche Absorptionsgefäß *k*. orptionsröhrchen ist zu zwei Dritteln mit Glaswolle die man mit 10 bis 12 Tropfen sehr stark kon- er Kalilauge befeuchtet; das letzte Drittel ist mit lzium beschickt. Gegen das Chlorkalzium ist die ilauge getränkte Glaswolle durch einen ziemlich opften Glaswollpfropfen abgesperrt. Das Röhrchen dieser Füllung für 4 bis 6 Verbrennungen ohne zu gebrauchen. Die Kalilauge tropft man mittels ipette zu, während gleichzeitig mittels der Saug- esaugt wird. Als Abschluß ist an die Absorptions- iederum ein mit konzentrierter Schwefelsäure an- Tropfenzähler angeschlossen.

Analyse wird nun so ausgeführt, daß man in dem nungskölbchen die Substanz mit Kaliumdichromat nd durch Zutropfen von konzentrierter Schwefel- u diesem Gemenge die Substanz oxydiert. Die entstehende Kohlensäure wird mittels eines Sauer- mes durch die Apparatur hindurchgetrieben und Absorptionsgefäß *k* aufgenommen. Aus der Ge- nahme des Gefäßes *k* wird der Gehalt der Sub- Kohlenstoff berechnet.

e Geräte zur Stickstoffbestimmung. kstoffbestimmung wird in dem zur Verbrennung n Kölbchen ausgeführt, und zwar nach dem Ver- von Kjeldahl. Die hierzu nötige Einrichtung s Abb. 9 hervor. Das Verbrennungskölbchen *a* ver- man mit einem Hohlschliff, an den nach der Kugel bchens zu eine Glasröhre angeschmolzen ist, die auf den Boden der Kugel reicht, dort umgebogen Kapillare ausgezogen ist. Die Ausflußröhre des richterchens reicht bis durch den Hohlschliff. Die förmige Erweiterung der Röhre *d* ist zur Abdich- es Glasstopfens während der Bestimmung mit lber gefüllt, damit ein genügender Verschluß eistet ist. Die Röhre *d* selbst führt in ein eine ent- nde Menge Säure enthaltendes Rundkölbchen aus r Glas. Die Bestimmung wird nun so vorgenom- ß die saure Flüssigkeit im Kölbchen *a* durch Zu- ssen von konzentrierter Natronlauge aus dem richter *c* alkalisch gemacht wird, wodurch das n vorhandenen Stickstoff gebildete Ammonsulfat wird. Das nunmehr freigewordene Ammoniak wird sserdampf, der in *b* erzeugt wird, durch *d* in die übergetrieben und dort von der vorgelegten Säure mmen. Durch Zurücktitrieren der überschüs- äure kann der Stickstoffgehalt berechnet werden[3]).

äheres über die Ausführung der Bestimmung vergl. Archiv nazie Bd. 262 (1924) S. 35.

Abb. 9
Gerät zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl
a Verbrennungskölbchen *c* Scheidetrichter
b Kochflasche *d* Röhre zum Übertreiben von Ammoniak in die Vorlage

Stickstoffbestimmung nach Dumas

Zur Bestimmung des Stickstoffes in organischen Körpern hat Pregl ein gasvolumetrisches Mikroverfahren ausgearbeitet, das sich sehr rasch und bequem in der Apparatur nach Abb. 10 ausführen läßt. Die Verbrennung selbst wird im Kohlensäurestrom ausgeführt; die hierzu nötige Kohlensäure stellt man sich in einem Kippschen Apparat *a* dar.

Um die in diesem Apparat befindlichen Luftanteile möglichst bald und vollständig zu entfernen, ist an das innere Ende des Glashahnes, der mittels eines Gummistopfens in der Tubulatur der mittleren Kugel befestigt wird, eine hakenförmig gebogene Glasröhre *b* mit einem Gummischlauch angebracht, und zwar derart, daß durch diesen Ansatz die am höchsten Punkte der Kugel befindlichen Gase zuerst entfernt werden. Der zur Kohlensäureentwicklung dienende Marmor, sowie die Salzsäure werden besonderen Reinigungsverfahren unterworfen. Sodann läßt man sehr rasch Salzsäure zuströmen und erreicht, daß der Kippsche Apparat möglichst vollständig von etwa noch vorhandener Luft befreit wird. Es ist natürlich unbedingt nötig, daß man mit einem möglichst von jeglicher Luft befreiten Kohlendioxyd arbeitet, da sonst nicht unbeträchtliche Fehler entstehen. Das Kohlendioxyd wird nunmehr durch ein gläsernes Verbindungsstück zum eigentlichen Verbrennungsrohr *c* weitergeleitet. Die Verbindung selbst wird nach

Abb. 10
Geräte für volumetrische Stickstoffbestimmung nach Pregl
a Kippscher Apparat mit Hakenröhre *b* *c* Verbrennungsröhre
d Mikroazotometer *e*, *f* Hähne

Pregl mittels eines gutschließenden Gummistopfens vorgenommen. Die Verbrennungsröhre *c* hat einen Schnabel und ist rd. 400 mm lang. Der Schnabel wird leicht mit einem kleinen Asbestschlauch verschlossen; auf ihn füllt man in einer Länge von ungefähr 130 mm drahtförmiges Kupferoxyd und schließt diese Füllung wiederum mittels eines Asbestpropfens ab. Man reduziert nunmehr ungefähr 40 mm der Kupferoxydschicht durch Erhitzen im Wasserstoffstrom, und zwar beginnt man an der dem Schnabel entgegengesetzten Seite.

Auf diese in der oben geschilderten Weise vorbereitete Füllung, die für eine große Anzahl von Analysen zu gebrauchen ist, kommt nunmehr die mit Kupferoxyd in einem besonderen Röhrchen vermischte zu untersuchende Substanz. Nachdem das Mischröhrchen mehrmals mit Kupferoxyd nachgespült ist, wird die Verbrennungsröhre auf der einen Seite mit dem Kippschen Apparat verbunden, während der Schnabel mittels eines Gummistückchens mit dem mit einem Hahn versehenen Zwischenstück *f* des Mikroazotometers *d* in Verbindung gebracht wird. Nur der engere Teil des Azotometers ist eingeteilt, und zwar in $^1/_{100}$ cm³. Der Nullpunkt der Teilung liegt am Hahn *e*.

Das Azotometer wird zur Analyse mit Kalilauge (50 vH) gefüllt, die unter ganz bestimmten Gesichtspunkten hergestellt ist. Zuerst wird die Luft aus dem Gerät durch Hindurchleiten von Kohlensäure verdrängt. Gleichzeitig heizt man die Verbrennungsröhre langsam bis zur Rotglut an. Um festzustellen, ob alle Luft aus der Versuchsanlage verdrängt ist, füllt man das Azotometer durch Heben der Birne mit Kalilauge und beobachtet die nunmehr aufsteigenden Gasblasen. Der Gasstrom wird durch Stellen des Hahnes *e* so geregelt, daß 1 bis 2 Blasen in 1 s aufsteigen. Wenn wirklich alle Luft verdrängt ist, dann zeigen die aufsteigenden Gasbläschen einen Durchmesser von 0,2 Teilstrichen der Skala. Hat man sich nun davon überzeugt, daß die ganze Anordnung frei von Luft ist, dann beginnt man mit dem langsamen Erhitzen der Mischung von Kupferoxyd mit dem zu untersuchenden Körper, während man gleichzeitig den Hahn des Kippschen Apparates und den Hahn des Zwischenstückes vollständig öff Brenner unter der Substanz darf erst dann we schoben werden, wenn die Blasenbildung erlahm dem auf diese Art die ganze Mischung durchge schließt man den Hahn des Zwischenstückes vollstä öffnet zugleich den Hahn des Kippschen Apparate mehr stellt man den Hahn des Zwischenstückes d daß eine Blase in 2 s hindurchstreichen kann. N kurzer Zeit kann man bemerken, daß die in da meter eintretenden Gasblasen plötzlich kleiner zu beginnen, um dann allmählich wieder auf die oben Größe der sogenannten Mikrobläschen herabzusin bald dies der Fall ist, wird der Hahn *f* des Z stückes geschlossen, das Azotometer aus der Ar herausgenommen und das Gasvolumen in der bekannten Art und Weise abgelesen. Bei der Be ist zu berücksichtigen, daß 2 vH des abgelesenen V in Abzug gebracht werden müssen[4]).

Auch für die Stickstoffbestimmung haben Mi Willenberg ein Gerät geschaffen, bei dem an S Gummiverbindung nur Schliffe verwendet werden. Zerbrechlichkeit dieses Gerätes und auch jenes Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung herabzusetz die zur Verwendung gelangenden Glasröhren ste zu federnden Spiralen ausgezogen, ein Verfahren, in der Praxis als recht zweckmäßig erwiesen ha Abb. 8.

Die für die Bestimmung von Kohlenstoff, Wa und Stickstoff gebräuchlichsten Mikroverfahren vorstehenden Ausführungen einer kurzen, aber kei erschöpfenden Besprechung unterzogen worden. eine ganze Anzahl andrer Bestimmungen sind gu führende Mikroverfahren im Gebrauch, z. B. für H gruppen, Methoxylgruppen u. a. m., auf die aber hingewiesen werden kann.

[4]) Vergl. a. a. O. S. 87

Mit Netzstrom geheizte Röhren

Der Wunsch nach Kathodenröhren, die unmittelbar aus dem Netz geheizt werden können, ist fast so alt, wie die Rundfunktechnik überhaupt. Nicht nur das Ausland, sondern auch das Inland, in Deutschland die Firma Telefunken, hat sich schon seit langem mit der Konstruktion netzgeheizter Röhren beschäftigt. Erst den Firmen Radioröhren-Laboratorium Dr. Nickel und Dr. G. O. Spanner (Delta-Valve) ist es gelungen, netzgeheizte Röhren herauszubringen, die den Ansprüchen der großen Masse genügen. Der Verbraucher verlangt, daß eine netzgeheizte Röhre keinerlei Umänderungen im Empfänger und andre Umständlichkeiten mit sich bringt. Den beiden genannten Firmen ist es gelungen, netzgeheizte Röhren zu konstruieren, die sich ohne weiteres an der Stelle von Normalröhren in einen Empfänger einsetzen und wie diese bedienen lassen. Die Ultra-Sinus A und E (Dr. Nickel) eignet sich für Empfänger von fast beliebiger Röhrenzahl, während die Deltaröhre in Empfängern bis vier Röhren ohne weiteres benutzt werden kann.

Während bei der Ultraröhre von Dr. Nickel die Elektronenemission nicht vom eigentlichen Heizfaden, sondern von einem Glühkörper ausgeht, der durch Wärmeübertragung vom eigentlichen Glühfaden geheizt wird, benutzt die Deltaröhre als Elektronenerzeuger den eigentlichen Glühfaden, bemißt ihn aber äußerst lang und dick, so daß er eine große Wärmekapazität hat und gegen die Schwankungen des Wechselstromes bis zu einem gewissen Grade unempfindlich ist. Die Deltaröhre entspricht demnach völlig einer gewöhnlichen Röhre.

Es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Ultraröhre wegen der indirekten Heizung gewisse Vorteile gegenüber der Deltaröhre aufweist. Da der Elektronenerzeuger mit einem neutralen Punkte des Heizkreises verbunden werden muß, ist bei der Ultraröhre der Elektronenerzeuger mit einem Kontaktstift versehen, der sich in der Mitte zwischen den vier gewöhnlichen Steckerstiften befindet. Diese kann durch eine kleine Schelle mit dem einen ode Heizfadenstift verbunden werden, je nachdem, wel beiden Heizfadenstifte das geringste Wechselstrom durchläßt. Über den mittleren Kontaktstift des Ele erzeugers kann auch ein fünfter Stecker gesteckt u nach die Röhre auch in fünfpoligen Röhrensock wendet werden.

Neuerdings baut die Firma Dr. G. O. Spanner eine mittelbar geheizte Röhre, ähnlich der Ultraröhr nur die Sockelanordnung insofern, als der Ele erzeuger an die normalen Heizstecker des vie Sockels und der eigentliche Heizfaden an zwei Klemmschrauben angeschaltet wird, die sich in Höhe des Röhrensockels befinden. Mittelbar geheizte bei denen der Elektronenerzeuger an einen fünften geführt ist, und die nur mit fünfpoligem, also and Sockel ausgerüstet sind, stellen die Firmen Telefunk deutsche Telefon- und Kabelwerke (TeKaDe) und di röhrenfabrik Hamburg (Valvo) her. Allerdings las diese Röhren in Empfängern mit höchster Röhren nutzen, sofern man die bestehenden vierpoligen sockel gegen fünfpolige umtauscht und den fünften stift an bestimmte Punkte der Empfängerschaltu schaltet.

Die Akkumulatoren werden durch kleine Tran toren ersetzt, die die für die Röhren vorgeschrieben spannung unmittelbar liefern, so daß Heizwiderstän flüssig werden. Für das Gleichstromnetz sind die praktisch nicht brauchbar, da zu viel Spannung durc Vorschaltwiderstand vernichtet werden müßte. keine Schwierigkeiten macht, für netzgeheizte Röhre Heizfaden von beliebiger Oberfläche zu benutzen, die netzgeheizten Röhren viel größere Steilheit u nach eine höhere Verstärkungszahl auf als die g lichen Röhren.

Berlin-Schlachtensee [N 858] Dr. N

RUNDSCHAU

Wissenschaftliche Tagungen

Kongreß für Heizung und Lüftung in Wiesbaden

Rund 700 Vertreter des Heizungsfaches, darunter eine mliche Zahl aus dem Ausland, hatten sich vom 8. bis eptember in Wiesbaden zu dem 12. Kongreß für Heiund Lüftung zusammengefunden. Neben 12 mitunter reichhaltigen Vorträgen und einer Besichtigung war dafür Sorge getragen, daß der gesellschaftliche Teil Veranstaltungen im Rahmen der schönen Kurstadt nicht ırz kam.

Nach einer Begrüßung durch den Oberbürgermeister vers der Stadt Wiesbaden und den 1. Vorsitzenden des ligen Kongreß-Ausschusses, Geh.-Rat Prof. Dr. Hartn, Göttingen, sprach Dr.-Ing. E. h. Schiele, Hamüber allgemeine und wirtschaftliche Fragen aus dem ngsfach. An der Hand umfangreicher Statistiken wies if die große Belastung der deutschen Industrie durch ußeren Verpflichtungen des Reichs und die soziale Geebung hin. Die Entwicklung des Heizfachs wurde die Wohnungszwangswirtschaft noch sehr gehemmt. das Pfuschertum hat in den Nachkriegsjahren sehr genehm überhand genommen.

Dr. med. Pfeiffer, Präsident des Gesundheitsamtes, burg, berichtete darauf über die Arbeiten des Lüftungshusses. Er mußte zugeben, noch keine festen Richt- für die zweckmäßige Gestaltung von Lüftanlagen, ntlich für Krankenhäuser angeben zu können. Eine age bei den bedeutenden deutschen Krankenhäusern Erfahrungen mit vorhandenen Lüfteinrichtungen und die Notwendigkeit solcher Anlagen brachte keine ung. Zum großen Teil wird künstliche Lüftung ehnt und die Fensterlüftung als ausreichend erachtet. ird noch eingehender Zusammenarbeit zwischen Ingeund Hygieniker bedürfen, um sichere Grundlagen für Aufbau von Lüftanlagen zu schaffen. Es wurde desempfohlen, einen befähigten Ingenieur mit der Durchng von Versuchen auf diesem Gebiet zu betrauen.

Die Lüftung in Fabrikbetrieben mit den zugehörigen ngreichen technischen Einrichtungen behandelte Prof. Hartmann, Göttingen, unter dem Titel: Reine Luft rbeitsräumen. Aus seinen Darlegungen sei nur die ihrung eines Gerätes, des sogenannten Katathermors, herausgegriffen. Es zeigt schnell den gleichzeitigen uß der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Bewegung Luft auf die „Entwärmung“ des menschlichen Körpers damit auf das Wohlbefinden des Arbeiters an.

Über die Arbeiten des Bauausschusses bete Min.-Rat Huber, München, über die Beziehunzwischen Architekt und Heizungsfachn Prof Schachner, München. Durch zweckmäßige anordnung und wärmedichte Herstellung der Umfasn kann der Wärmebedarf eines Hauses wesentlich verert werden. Verständnisvolle Zusammenarbeit von ngsingenieur und Architekt scheint daher schon bei Planung von Gebäuden wichtig. Bereits in den beiden rägen, und noch mehr in der folgenden Aussprache die Notwendigkeit oder Entbehrlichkeit von Sachverigen für die Beratung der Architekten zur Behand- Hier stehen sich die Ansichten der Heizungsfirmen, Zivilingenieure und der Architekten noch teilweise ff gegenüber. Betont wurde, daß der Architekt so viel der Heizung verstehen solle, um die grundsätzlichen en selbst zu entscheiden; doch dürfte das nur für ere und einfache mittlere Anlagen zutreffen. Für Anlagen ist der Rat des Heizungsingenieurs für den itekten unentbehrlich. Ob nun der Architekt diesen besser bei einer ihm vertrauten Heizungsfirma oder bei unabhängigen Sachverständigen sucht, kann man allgemein beantworten. Auch auf die unabhängigen ungsstellen, die teilweise den Dampfkessel-Überungsvereinen angegliedert sind, wurde hingewiesen. er wurde der Bildung einer Arbeitsgemeinschaft von ngsingenieuren, Architekten und Vertretern der Hochen zur Begutachtung und gegebenenfalls Ausarbeitung Entwürfen das Wort gesprochen. Ähnliche Einrichn haben sich im Ofensetzergewerbe gut bewährt.

Am 1. Verhandlungstag fand auch die Verleihung der chel-Plakette für hervorragende Leistungen im Zeneizungs- und Lüftungsfach statt, und zwar an Prof. Dr. noblauch, München, Prof. H. Pfützner, Dresund Fabrikbesitzer A. W. Reck, Kopenhagen.

Am 2. Vortragstag erstattete Stadtbaurat Wahl, len, einen Bericht über die Arbeiten des Heizungsausschusses. Nach seiner Ansicht ist durch die Heizung mit Gas, selbst wenn es vom Ruhrgebiet kommen sollte, keine Verbilligung zu erwarten. Auch über die mit der Städteheizung zusammenhängenden Fragen wurden wertvolle Mitteilungen gebracht. Über die Grundlagen der Städteheizung machte Dipl.-Ing. Margolis, Hamburg, eingehende Angaben. Er schilderte zunächst, wie sich das Hamburger Fernheizwerk aus einem alten Elektrizitätswerk in der Mitte der Stadt nach Angliederung eines mehr am Umfang der Stadt gelegenen größeren Elektrizitätswerks bis zu der großen Neuanlage weit außerhalb der Stadt entwickelt hat. Der Anschlußwert beträgt zur Zeit 52 Mill. kcal und soll um weitere 80 Mill. kcal erhöht werden. Zur Heizung wird Abdampf von nur 0,4 at verwendet, der im alten Werk von den Dampfmaschinen und in dem neueren Werk von einer Gegendruck-Dampfturbine geliefert wird.

Das wirksamste Mittel zur Verminderung der Kosten der gelieferten Wärme sei die Kupplung von Kraft- und Heizbetrieb. Es liege allerdings eine gewisse Tragik in der Entwicklung des Kraft-Heiz-Betriebs, weil der Kohlenverbrauch in reinen Kondensationsanlagen mit der Steigerung des Dampfdrucks und der sonstigen Vervollkommnung großer Dampfanlagen immer geringer werde und in der letzten Zeit von rd. 1 kg/kWh in ganz neuzeitlichen Anlagen auf nahezu die Hälfte zurückgegangen sei. Dadurch werde die Spanne gegenüber dem Kohlenverbrauch von Anlagen mit vollständiger Abdampfverwertung, der rd. 0,2 kg/kWh betrage, immer geringer.

Der Vortragende empfiehlt, niedrigen Dampfdruck in der Verteilleitung, bzw. geringe Temperaturunterschiede zwischen Vor- und Rücklauf bei Warmwasserheizung, weil damit die Leistung der Maschine wächst, während die Zunahme der Leitungsdurchmesser die Herstellung der Fernleitung nur in mäßigem Umfang verteuert. Die Kosten der Wärmefortleitung werden weniger durch die Weite der Leitung als durch die Herstellung der Fernkanäle bestimmt. Ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Städteheizung ist die „Wärmedichte“ des zu versorgenden Gebiets. Bei allen Vorteilen, die man der Städteheizung zugestehen muß, scheint jedoch die Forderung, die Elektrizitätsversorgung der Städte nach Möglichkeit auf die Fernheizwerke aufzubauen, zu weitgehend. Hier dürften auch die Elektrizitätswerke ein Wort mitzusprechen haben.

Eine Fernheizung von geringerem Umfang, die in der letzten Zeit in Wiesbaden für eine Reihe von Klein- und Mittelwohnungen errichtet wurde, führte Mag.-Baurat Berlit, Wiesbaden, vor. Vorerst sind 250 Wohnungen mit je 2 bis 4 Zimmern an die Anlage angeschlossen; die doppelte Anzahl von Wohnungen soll noch folgen. Die Warmwasserheizung mit Pumpenbetrieb ist mit einer Warmwasserversorgung verbunden. Die Wärme wird in Dampfkesseln erzeugt und in großen stehenden Vorwärmern umgeformt. Zum Ausgleich der Kesselbelastung dienen Wärmespeicher, die mit Heißwasser aufgeladen werden. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer solchen Heizung muß auch berücksichtigt werden, daß der Fortfall der Kamine und Öfen bei den kleinen Zimmern eine verhältnismäßig große Platzersparnis bedeutet. Die Räume sind also höher zu bewerten.

Der 3. Tag brachte den mit Spannung erwarteten Vortrag von Prof. Dr. Brabbée, Direktor des Brabbée-Laboratoriums der American Radiator Co. in New York, mit dem Titel

„Neues aus der amerikanischen Heiz- und Lüftungstechnik“.

Bei seinen Forschungsarbeiten in Amerika ging der Vortragende von dem Gedanken aus, daß der Zweck einer Heizung nicht der sei, möglichst viel Wärme an einen Raum abzuliefern, sondern den Aufenthalt in ihm möglichst behaglich zu gestalten. Also nicht der Heizkörper sei der beste, der bei gegebenem Aufwand das meiste Kondensat ergibt, sondern der, der bei geringster Kondensatmenge das beste Wohlbefinden sichert. Es zeigt sich, daß bei zweckmäßiger Aufstellung des Heizkörpers im Raum und richtiger Formgebung an Wärme gegenüber den bisher üblichen Ausführungsformen bedeutend gespart werden kann.

Brabbée kommt auf schmale, plattenähnliche, unter den Fensterflächen gelegene Heizkörper, die eine kräftige Strahlung ausüben. Die Heizkörper bekommen dabei ein sehr gefälliges Aussehen, so daß keine Verkleidungen notwendig sind. Er berichtete weiter über seine Erfolge mit der Rauchbeseitigung an Zimmeröfen und sonstigen Feuerstellen bei Verbrennung einer sehr gashaltigen Kohle. Bemer-

kenswert war die Mitteilung, daß alle größeren Wolkenkratzer mit Vakuum-Dampfheizungen ausgerüstet sind, die man sehr leicht regeln kann, und daß der Entwurf solcher Riesenanlagen in wenigen Wochen fertig ist, während wir viele Monate dazu brauchen würden.

Für die Anlage von Fernheizwerken wende der Amerikaner nicht gern Kapital auf, weil er dies wo anders nutzbarer anlegen kann. Daher dürfte die Fernheizung bald der Ferngasversorgung Platz machen. Wie großzügig die Amerikaner Forschungsarbeiten unterstützen, zeigt die Tatsache, daß nach Errichtung des ersten Forschungslaboratoriums nunmehr ein zweites erbaut werden soll, das gleichzeitig für Vorlesungen dienen und die verschiedensten technischen Neuerungen auf den verwandten Gebieten aufnehmen soll. Hierzu seien dem Vortragenden nicht weniger als 17 Mill. ℳ zur Verfügung gestellt worden.

Prof. Dr.-Ing. Gröber, Berlin, behandelte dann Wärmetransport und Wärmeschutz. An Beispielen zeigte er die Berechnung des günstigsten Rohrdurchmessers der Hauptleitung und der Verteilleitungen.

In einem Vortrag über praktische Ausgestaltung von Fernheizleitungen teilte Dipl.-Ing. Vocke, Dresden, wertvolle Erfahrungen mit. Beachtenswert scheint die Forderung, die Fernleitungen vor dem Schließen der Kanäle mit Wasser abzudrücken, dann einige Zeit mit Dampf oder Warmwasser zu betreiben und darauf mit Dampf kräftig durchzublasen oder mit Wasser durchzuspülen, damit alle Schweißperlen und sonstigen Verunreinigungen entfernt werden. Sonst werden Kondenstöpfe und Ventile schon kurze Zeit nach Inbetriebnahme verdorben.

Über Messung der Nutzwärme und Meßinstrumente sprach Stadtbaumeister Schilling, Barmen. Bei Dampfheizwerken biete die Messung der Wärme keine Schwierigkeiten mehr; insbesondere gestalte sich die Messung des Kondensats mit Hilfe des Trommel-Wassermessers sehr einfach. Ein ebenso sicheres Gerät für die Wärmessung in Warmwasserheizungen sei noch nicht in allgemeiner Verwendung.

In einer Schlußbemerkung wies Stadtbaurat Wahl, Dresden, auf die riesigen Belastungsspitzen hin, die durch den Anschluß vieler Heizanlagen an ein Gaswerk entstehen. Abgesehen davon, daß solche Spitzen den auf eine gleichmäßige Gaserzeugung eingestellten Gasbetrieb äußerst ungünstig beeinflussen, sind unsere Gaswerke solchen Belastungen gar nicht gewachsen. Ein Film zeigte ferner den Bau der Fernkanäle und die Verlegung der Rohrleitungen für die neue, für Warmwasserbetrieb eingerichtete Fernheizanlage in Dresden. Man mußte dem Vortragenden recht geben, daß auch die Amerikaner eine Fernleitung nicht rascher bauen können, als es hier geschehen ist.

Mit der Ernennung Prof. Dr. Hartmanns zum Ehrenvorsitzenden des Ständigen Kongreß-Ausschusses und einer Schlußansprache des Geehrten endete die erfolgreiche Tagung. [N 866]

Nürnberg Kaiser

Baumaschinen

Eine neue Kabelverlegemaschine

Auf eine Anregung vom Elektrizitätsverband Weißenfels-Zeitz hat die Firma Eisenwerk Weserhütte, A.-G., Bad Oeynhausen i. W., eine Kabelverlegemaschine gebaut, die seit einiger Zeit in der Nähe von Zeitz erfolgreich in Betrieb ist.

Da die Weserhütte, A.-G., bereits mit ihren Dränagebaggern Erfahrungen gesammelt hatte im Bau von Maschinen, die Gräben ausheben, lag es nahe, unter Verwendung dieser Erfahrungen und unter Ausnutzung aller Verbesserungsmöglichkeiten, die in langjährigem Betriebe bei solchen Baggern erforscht waren, eine Maschine zu bauen, die nicht nur den Graben baggert, sondern auch in dem durch den Bagger ausgehobenen Graben das Kabel verlegt, den Graben zuschüttet, das aufgeworfene Erdreich festwalzt und ebnet. Es ist ein Verdienst des Direktors Schramm vom Elektrizitätsverband Weißenfels-Zeitz, hierfür grundlegende Anregungen gegeben zu haben.

Die Maschine besteht aus vier Hauptteilen: Dem Grabenbagger, der den 45 cm breiten und bis 1,6 m tiefen Graben aushebt, dem Gurtfördere mit drehbarer Endschurre das ausgehobene Erdreich dem Grabenbagger wieder in den Graben wirft, den Bagger gezogenen Kabelwagen, der die Kabeltrommel und gleichzeitig das aufgelockerte Erdreich festwalzt schließlich dem Zuführgerät, das das Kabel in dem o Teil des Grabens hinter den Bagger verlegt, Abb. 1.

Für die Ausführung der Maschine war maßgebend sie über jedes Gelände fahren muß. Es kam daher fü Bagger wie für den Kabelwagen nur die Fortbewegun Raupenketten in Frage. Beide Fahrzeuge mußten s während des Betriebes als auch auf dem Marsche leich sicher lenkbar sein.

Der Grabenbagger ruht auf zwei seitlichen Ra ketten, von denen, wie bei fast allen Raupenfahrzeuge eine oder die andre festgehalten wird, wenn eine Able aus der Fahrtrichtung erfolgen soll. Ein besondres Me des Baggers ist, daß der Unterwagen aus kräftiger konstruktion auf gefederten Achsen ruht, die beidersei in der Raupenkette rollenden Laufrollen in einem pe aufgehängten Rollenwagen aus Stahlguß tragen. Durch Sonderausführung der Weserhütte wird eine vollkon Anpassung an Unebenheiten des Geländes sowie eine g mäßige Verteilung des Bodendruckes, der nur 0,35 kg/c trägt, erreicht. Sämtliche Getriebeteile des Baggers sind kästen eingekapselt und zum großen Teil aus gehä Chromnickelstahl oder Stahl höchster Festigkeit bei g Dehnung hergestellt. Mittels verschiedener Schaltung die Geschwindigkeit des Baggers in acht Stufen regelba denen vier Fahrgeschwindigkeiten während des Bag und Kabelverlegens und vier auf den Märschen einge tet werden können. Diese Anpaßfähigkeit ist unbe erforderlich, damit trotz verschiedener Grabentiefe Bodenbeschaffenheit und bei Steigungen Überbeanspru gen der Getriebe usw. vermieden werden. Infolgedessen der Bagger und damit die ganze Kabelverlegemas während des Arbeitsvorganges je nach der Schaltun 62, 80 oder 93 m/h vor oder erreicht auf dem Marsch Geschwindigkeit von 2,6, 2,8 oder 3,2 km/h; bei Rückw fahrt beträgt die Arbeitsgeschwindigkeit 58 m/h, die Ma geschwindigkeit 2,4 km/h. Es ist also möglich, an e achtstündigen Arbeitstag bis zu 740 m Kabel zu verl

Das durch die Baggerschaufeln ausgehobene Erd wird auf einen kurzen, umschaltbaren Querförderer schüttet, der es einem nach rückwärts ragenden, an Baggeraufbau aufgehängten rd. 12 m langen Gurtför zuführt. Dieser schüttet den Boden mittels einer dreh Schurre aus Aluminium wieder in den Graben. Das K das von der Kabeltrommel des nachgezogenen Kabelw abrollt, wird durch eine Rollenbahn, die an dem rückwärts ragenden Ausleger des Baggers und am a Ende an einem Ausleger des Kabelwagens hängt, unm bar hinter den Baggerschaufeln in den Graben geführ daß zwischen dem in den Graben hinabhängenden Tei Kabels und dem weiter rückwärts bereits wieder zug fenen Teile des Grabens etwa 4 bis 5 m freibleiben, genügend Platz bieten, das Kabel mit Ziegelsteinen oder stigen Schutzmitteln zu bedecken, Abb. 2.

Während bei dem Grabenbagger zum Steuern i licher Weise das eine oder das andre Raupenband gehalten wird, wurden für die Lenkbarkeit des Kabelw völlig neue Wege beschritten. Der ebenfalls aus kräftig ausgeführte Kabelwagen ruht auf drei Rau bändern. Die beiden hinteren, die die Hauptlast tr liegen seitlich, während das dritte, vordere, in der liegt. Bei jedem Raupenbande sind die in der Kette lenden Laufrollen in einem einzigen Rollenwagen aus E konstruktion gelagert, der in der Mitte pendelnd au

RZ 94121

Abb. 1. Kabelverlegemaschine

hse sitzt. Das vordere Raupenband ist außerdem um
nkrechte Achse drehbar in einer Lenkgabel gelagert;
nimmt somit die Lenkung des ganzen Wagens. Seine
ıng um die senkrechte Achse erfolgt durch Handrad
hneckengetriebe vom Führerstand des Kabelwagens.
Bremsen an den beiden seitlichen Raupenbändern
ützen die Lenkung; sie sind auch für Fahrten bei
ı Gefälle zu verwenden, Abb. 3. Die Kabeltrommel
wa 2,5 m Dmr. wird vom Führer des Kabelwagens
einer Handkurbel gedreht.
s Kabel wird nun folgendermaßen verlegt: Der Bag-
llt zuerst, langsam vorrückend, einen rd. 6 m langen
Graben her, bis der Kabelwagen an den Graben
, ist. Das hierbei ausgehobene Erdreich wird durch
nschaltbaren Querförderer neben den Grabenbagger
tet, dann wird die volle Kabeltrommel mit Hilfe
eingebauten Winde auf den Kabelwagen gehoben.
abel wird durch die Zuführrollen hindurchgezogen
rz hinter den Baggerschaufeln in den Graben gelegt.
esem Zeitpunkt ab erfolgen alle obengenannten Vor-
selbsttätig beim Vorrücken des Baggers.
e Betriebs- und sonstigen Kosten für 1000 m fertige
recke sind unter der Annahme, daß der Bagger diese
in 11,8 h verlegt, im nachstehenden zusammengestellt:

Abb. 2
Bagger mit Gurtförderer und Kabelzuführung

Abb. 3. Drehbare Schurre und Kabelwagen

I. Betriebskosten:

Brennstoffverbrauch 6,25 kg/h	
Brennstoffpreis 0,15 ℳ/kg	
Brennstoffkosten 6,25 × 0,15 = 0,94 ℳ/h, für 1000 m oder 11,8 h also	11,— ℳ
Schmierölkosten in 11,8 h	4,50 „
Putzwolle	2,— „
Baggermeister (1,50 ℳ/h)	17,60 „
Baggerführer (0,95 ℳ/h)	11,20 „
Drei Begleitleute (0,80 ℳ/h)	28,10 „
Nachtwächter	11,— „
	85,40 ℳ

II. Kapitalkosten:

Es sei angenommen, daß das Gerät bereits nach 350 km fertig verlegter Kabelstrecke abgeschrieben sein soll. Der Anschaffungspreis des Gerätes beträgt	58 000,— ℳ
Es wären demnach für 1000 m abzuschreiben $\frac{58\,000}{350}$	166,— „
Verzinsung für je 1000 m	32,— „
Gesamt	198,— ℳ
Betriebs- und Kapitalkosten für je 1000 m betragen daher zusammen	283,40 „
Für Instandhaltung und Ausbesserungen sowie für Zeitverlust bei schlechten Bodenverhältnissen (Überquerung von Hindernissen, wie tiefen Gräben oder Hohlwegen, die einen gewissen Aufenthalt verursachen) soll ein Zuschlag gemacht werden von	36,60 „
Die Gesamtkosten der Kabelverlegung mit der Maschine betragen demnach für je 1000 m	320,— ℳ,

während die Verlegung mit der Hand 1800 bis 2000 ℳ kostet. Zur Kabelverlegung mit der Maschine werden fünf Mann gebraucht, während zur Verlegung derselben Strecke in der gleichen Zeit mit der Hand mehr als 150 Mann erforderlich wären. [M 941]

Bad Oeynhausen i. W. Dipl.-Ing. H. Ehrich

Werkstoffe

Über das Nico-Metall

Allgemein strebte man danach, mit einer Veredelung der Hochblei-Legierungen des ternären Systems Blei-Antimon-Zinn durch Zusätze von hochschmelzenden Metallen der Zentralreihe des periodischen Systems Blei-Lagermetalle zu konstruieren, die an Gleiteigenschaften und Lebensdauer den bisherigen Hochzinn-Weißmetallen überlegen, im Preise dabei aber weit billiger sind. Aus diesem Bestreben entstand das nickelvergütete NICO-Metall, das hohe Betriebswirtschaftlichkeit und -sicherheit aufweisen soll. Der Konstruktionsgrundsatz dieser Lagermetalle besteht darin, in einer plastischen Bleigrundmasse durch einen möglichst hohen Zusatz von Nickel gut ausgebildete Nickelphasen regelmäßig einzulagern, die als Achsträger den Verschleiß bei den Gleitbeanspruchungen weitestgehend vermindern.

Im antimongehärteten Grundsystem Blei-Zinn werden hohe Härtezahlen und effektive Druckfestigkeiten[1]) nur auf Kosten der Zähigkeit des Werkstoffes erreicht, d. h. daß harte Bleilagermetalle stets spröde sind und bei ungleichmäßigen Beanspruchungen im Lager oder bei zufälligem Hohlliegen in der Schale bei den bis heute für Bleimetall-Eingüsse ganz allgemein zu schwach bemessenen Futtern durchschlagen und Warmläufe nach sich ziehen müssen. So muß das Hauptgewicht auf die Konstruktion einer Legierung gelegt werden, die bei hoher Härte gleichzeitig eine Plastizität bis an die Grenze der Hochzinnlegierungen aufweist. Zahlentafel 1 und Abb. 4 und 5 zeigen die Schlagfestigkeiten von NICO-Legierungen, die auf diesen Grundsätzen aufgebaut sind, verglichen mit Hochzinn-Weißmetall.

[1]) D. h. bezogen auf den Bruchquerschnitt.

Zahlentafel 1
Schlagfestigkeiten von Nico-Legierungen verglichen mit Hochzinn-Weißmetall

Bezeichnung	Härte: 10/500 kg/mm²	Spezif. Schlagfestigkeit bei Beginn der Rißbildung cmkg/cm²	Stauchbarkeit bei Rißbeginn vH
80 vH Weißmetall mit 12 vH Sb, 7 vH Cu	33 34	1110	24,0
Nico II	30 31	999 bis 1110	34,5
Nico III	25	999 „ 1110	34,6

Abb. 4
Schlagfestigkeitsprüfung an den Legierungen Nico I, II und III im Vergleich zu 80 und 70 vH-Hochzinn-Weißmetallen bis zum Beginn der Rißbildung

Abb. 5
Vergleich der Zähigkeit (Schlagfestigkeit) von Nico-Legierungen und Zinnweißmetall

Die äußerst günstigen Werte für die Schlagfestigkeit werden einmal dadurch erreicht, daß lediglich eine Verfestigung der feinkristallinen porphyrischen Grundmasse angestrebt worden ist ohne Vermehrung der Tragkristalle mit ihren sprödigkeitsfördernden Spaltflächen und dann durch ein besonderes Desoxydations- und Vergütungsverfahren, wodurch alle oxydischen Einschlüsse restlos beseitigt und bei allen Umschmelzungen hintangehalten werden. Nico II liegt mit rd. 10 vH Zinn und 10 vH Antimon im rein eutektischen Punkte des ternären Systems Blei-Antimon-Zinn, so daß die Grundmasse das reine $Pb + \beta$-Gefüge aufweist, verfestigt durch wenige Hundertteile besonderer Zusätze wie Arsen, Phosphor u. a. Die Tragkristalle bestehen dabei aus der widerstandfähigen reinen $Ni_2 Sb_3$-Phase, indem der Nickeleinsatz bis zu 10 vH des Antimongehaltes beträgt, Abb. 6. Nico III als Sondermetall für besonders stark ausgeprägte Schlag- und Stoßbeanspruchungen ist so legiert, daß dessen Kennpunkt[2]) mit bis zu 20 vH Zinn in das Gebiet der noch plastischeren Eutektika $Pb + \beta$, $Pb + \alpha$ mit obigen Zusätzen fällt, während neben den für Nico II kennzeichnenden $Ni_2 Sb_3$-Kristallen noch die β-$Sb(Sn)$-Polyeder auftreten und der Legierung ein für Lagermetalle vorbildliches Strukturbild verleihen, Abb. 7.

Für hohe gleichmäßige und stoßfreie Beanspruchungen bis zu $pv = 350$ entsprechend 125 kg/cm² Flächendruck wird das härtere Nico I verwendet mit 33/34 Brinell und einer 2 vH-Druckgrenze von über 800 kg/cm², das infolge eines wesentlich höheren Nickelgehaltes sehr gut ausgeprägte Tragkristalle aufweist mit hervorragenden Gleiteigenschaften. Bei dieser Legierung ist aller Wert auf die Härtekristalle gelegt im Gegensatz zu den beiden andern Legierungen, so daß Nico I mit nur 333 cmkg/cm³ spezifischer Schlagfestigkeit dort versagt, wo Nico II und III zuverlässig arbeiten. Demzufolge muß den spezifischen Eigenheiten der einzelnen Sondermarken entsprechend eine reinliche Scheidung für die jeweiligen Anwendungsgebiete durchgehalten werden. Zur hervorragenden Ausbildung der Härtekristalle ohne Rücksicht auf die Grundmasse ist in Nico I bei einem hohen Antimongehalte bis zu 23 vH neben Arsen und Phosphor die Zinnkonzentration bis auf 4 bis 5 vH erniedrigt, während der Nickelgehalt dem hohen Antimoneinsatz entsprechend auf 2 bis 3 vH gesteigert ist. Dadurch wird erreicht, daß die primären δ-Sb(Sn)- und die spezifisch vergütenden $Ni_2 Sb_3$-Kristalle in reichlicher Anzahl das Gefügebild beherrschen, Abb. 8; somit ist die Endlegierung den hohen Beanspruchungsmomenten gewachsen. Die Versuchsergebnisse beim Gleitvergleich von Nico- und Hochzinn-Weißmetall nach dem Verfahren von Prof. Kammerer mit ganzen Lagerschalen, ausgeführt im Versuchsfelde für Maschinenelemente, Technische Hochschule Charlot sind in Zahlentafel 2 und Abb. 9 und nach dem Blä verfahren von v. Hanffstengel in Zahlentafel Abb. 10 zusammengestellt.

Die Gießtemperatur der neuen Lagermetalle betr gefähr 500 °C. Der Erweichungspunkt für Nico I liegt bei 245 °C. Das Zinnweißmetall beginnt ber 185 °C zu schmelzen. Das Nico-Metall verträgt son rd 30 vH höhere Temperatureinwirkung, bevor ei laufen des Lagers zu befürchten ist. Unter der fü

[2]) Im ternären Grundsystem Blei-Antimon-Zinn.

Zahlentafel 2
Versuchsergebnisse beim Gleitvergl von Nico- und Hochzinn-Weißmetall[3] dem Verfahren von Kammerer
(Hierzu Abb. 9)

n Uml./min	v m/s	p kg/cm²	pv	Nico °C	Zinnw
300	0,63	47,8	30	35,5	3
500	1,05	,,	50	44,0	4
1000	2,10	,,	100	58,0	6
1500	2,72	,,	130	71,5	7
300	0,63	50	31	29,5	3
500	1,05	,,	52	39,0	4
1000	2,10	,,	105	54,5	5
1500	2,72	,,	136	60,0	6
300	0,63	75	47	30,0	3
500	1,05	,,	76	39,0	4
1000	2,10	,,	158	55,0	6
1500	2,72	,,	204	67,5	7
300	0,63	100	63	34,5	4
500	1,05	,,	105	43,5	4
1000	2,10	,,	210	58,5	7
1500	2,72	,,	272	72,5	8
300	0,63	115	72	34,5	Heiß un Vers
500	1,05	,,	121	44,0	
1000	2,10	,,	241	61,0	
300	0,63	125	79	40,0	
500	1,05	,,	131	52,5	
1000	2,10	,,	262	75,0	
1500	2,72	,,	340	100,0	

[3]) Lagertemperaturen, abgelesen jeweils nach erreichtem ratur-Beharrungszustand, bezogen auf 20 °C Raumtemperatur. rung: Loser Ölring in Bamag-Lager 90,40 mm.

Abb. 6. Nico II

Abb. 7. Nico III

Abb. 8. Nico I

Abb. 6 bis **8.** Schliffbilder von Nico-Metallegierungen

Abb. 9
›bnisse der Gleitprüfung von Nico- und Hochzinn-Weißmetall nach Kammerer an ganzen Lagerschalen.
nzeichnend ist, daß die Überlegenheit des Nico-Metalles . Zinnmetall gegenüber gerade bei den höchsten Beanspruchungen ausgeprägt hervortritt

Abb. 10
Übertemperaturen bei der vergleichenden Glühprobe von Nico-Metall und Hochzinn-Weißmetall nach dem Blöckchenverfahren von v. Hanffstengel

e allgemein üblichen Holzkohlendecke lassen sich die ›egierungen beliebig oft umschmelzen ohne Gefahr efüge- und physikalischen Veränderungen und lassen ›i ihren vorteilhaften Härtewerten gut bearbeiten, ohne ›en. Die Weiterverarbeitung und Ausbildung der For-Lagerschalen, Schmiernuten usw.) weichen in keinem von den üblichen Gieß- und Arbeitsverfahren mit Hoch-eißmetallen ab. Das Schwindmaß liegt zwischen 0,4 · vH. An Stelle des allgemein üblichen Verzinnens von chmäßigen Beanspruchungen ausgesetzten Schalen mit . oder unzulänglichen Haftnuten und -Gittern wird das letall nach den letzten Versuchen zweckmäßiger mit seines eigenen Eingußmetalles mit der Schale verlötet Hochzinn-Zwischenmittel, wodurch seine Betriebswirt-ichkeit noch gesteigert wird. [M 623]

tmund **Ackermann**

Zahlentafel 3

Gleitwerte für Nico im Vergleich zu Hochzinn-Weißmetallen nach dem Blöckchenverfahren von v. Hanffstengel
(Hierzu Abb. 10)

Material	n = 325 min, v = 0,67 m/s				
	p kg	Prüfzeit min	Temperat. bezogen auf 20° °C	Abnutzungsfläche cm²	Verhältniszahl bei Nico = 100
Nico	200	60	6,9	0,37	—
	400	„	10,7	0,60	—
	600	„	14,0	0,87	—
	800	„	17,2	1,11	—
	1000	„	20,6	1,26	—
Weißmetall mit 80 vH Sn . . .	200	60	10,9	0,51	140
	400	„	13,5	0,69	115
	600	„	18,4	0,78	90
	800	„	29,3	1,20	108
	1000	„	36,2	1,53	121
Weißmetall mit 45 vH Sn . .	200	60	8,0	0,60	162
	400	„	13,8	1,05	175
	600	„	49,6	1,89	217
	800	sofort Heißlauf und Versagen			

Frage an unsre Leser

Ein Fachgenosse in Norwegen bittet um Auskunft auf folgende Fragen auf Grund praktischer Erfahrungen:

Wieviel von im Freien lagernden Stoffen werden in einem Jahr auf 1 m² Oberfläche verweht, und zwar

1. von Koksgrus mit etwa 60 vH Teilchen in der Größe von Sandkörnern und Staub (Abrieb),
2. von Steinkohlengrus?

An der Lagerstelle weht meistens Südwestwind von 5 bis 25 m/s Windgeschwindigkeit; windschwache Tage unter 5 m/s kommen nur zu kaum 40 vH vor.

Antworten auch unter Anführung einschlägiger Werke des Schrifttums erbeten.

[N 976] Die Schriftleitung

Kleine Mitteilungen

Bedeutende Erweiterung des Huntley-Kraftwerkes

Obwohl das Charles R. Huntley-Kraftwerk der Buffalo General Electric Co. erst 1926 durch Aufstellung einer 60 000 kW-Turbodynamo um mehr als 60 vH erweitert worden war, ist der Stromverbrauch im Laufe des letzten Jahres wiederum so stark gestiegen, daß eine neue bedeutende Erweiterung notwendig wird. Bei der General Electric Co. wurde daher vor kurzem eine 75 000 kW leistende Turbodynamo in Auftrag gegeben, die für 18 at abs Anfangsdruck, 320 ° Anfangstemperatur und 0,033 at abs Kondensatordruck vorgesehen ist. Die Gesamtleistung des Kraftwerkes wird nunmehr 230 000 kW betragen: die beiden neuen Maschinen von insgesamt 135 000 kW sollen die Grundlast übernehmen, die vier älteren Maschinen von zusammen 95 000 kW die Spitzenlast. („Power" 25. Oktober 1927 S. 650)
[N 977 a] Pt.

Eine neue Ljungström-Turbodynamo

Im St. Pancras-Kraftwerk in London wurde eine neue Ljungström-Turbine mit 10 000 kW Leistung, überlastbar um 25 vH, aufgestellt, die zwei Stromerzeuger mit einer Scheinleistung von zusammen 12 500 kVA bei 5050 bis 5300 V antreibt. Der Anfangsdampfdruck der Turbine beträgt 14 at, die Überhitzung 365 °, der Unterdruck im Kondensator rd. 0,05 at. Die Stromerzeuger haben Umlaufkühlung, wofür zwei getrennte Lüfter und Kühler vorhanden sind. Die Lüfter laufen mit 1100 Uml./min und liefern je 708 m³/min Luft. Die Turbine soll die größte Ljungström-Turbine in England sein. („The Engineer" 11. November 1927 S. 527) [N 977 b] Pa.

Londoner Omnibusse

Die Leyland Motors, Ltd., in England haben den Bau von neuen Omnibussen nach anderthalbjähriger Versuchsarbeit aufgenommen. Es handelt sich um Fahrzeuge mit niedrigem Rahmen und Sechszylindermotor, bei denen Motor und Triebwerkteile außerhalb der Mittellinie liegen. Der Motor mit 101,5 mm Zyl.-Dmr. und 140 mm Hub hat 6,8 l Hubvolumen. Er soll sehr elastisch sein und bei 200 bis 2500 Uml./min eine Geschwindigkeit von 4,8 bis 80 km/h ergeben. Bei 2500 Uml./min leistet er 105 PS. Eine auf Kugellagern laufende Einscheibenkupplung gibt das vom Motor aufgenommene Drehmoment an ein Vierganggetriebe mit 4,42, 2,77, 1,6 und 1 : 1 Übersetzung weiter. Die Bremsen wirken auf die Laufräder; außerdem ist noch eine Servo-Dewandre-Fußbremse vorgesehen. Die Übersetzung auf die Treibachse hat das Verhältnis 5,5 : 1 für Eindeck- und 6,5 : 1 für Doppeldeckomnibusse. Die Ballonreifen haben nur einen Druck von 3,15 kg/cm² und unterstützen so die Arbeit der Chrom-Vanadiumfedern in wirksamer Weise. Im Winter wird der Omnibus durch die Abgase geheizt. („The Engineer" 11. November 1927 S. 535*) [N 977 c] Krs.

Amerikanische Handelsluftfahrt

In den Vereinigten Staaten von Amerika bestanden im Jahre 1926 433 Luftverkehrsgesellschaften, die in 1144 Verkehrsflugzeugen 387 852 Fluggäste und rd. 360 t Fracht beförderten; 1200 Flugzeugführer wurden ausgebildet. 66 Firmen beschäftigen sich mit dem Bau von Flugzeug 23 Gesellschaften stellen die hierzu notwendigen her. Da die Luftverkehrsgesellschaften auch andre A übernehmen, war eine Unterteilung nach Sonderzweck wendig. Zur Zeit befördern 300 Gesellschaften F und Fracht. In 186 Fliegerschulen werden Flugze ausgebildet. 53 Gesellschaften beschäftigen sich Überwachung und den photographischen Aufnahm Gelände. 22 Gesellschaften führen Schauflüge un melsschrift aus.

Bisher sind mehr als 500 Flughäfen nach bes Richtlinien ausgebaut worden, wobei man die Halle nicht mehr in Holz-, sondern in Eisenkonstruktion a Auf den Flughäfen hat man neben den Flughallen serwerkstätten, unterirdische Triebstoffbehälter, d Nachrichtenanlagen eingerichtet und sie mit Nacht tung und beleuchteten Windrichtungszeigern ausgest dem Verwaltungsgebäude sind Räume für die Abfe von Fluggästen und Fracht sowie Erfrischungsräu handen. („The Iron Age" 27. Oktober 1927 S. 114
[N 977 d]

Mit Druckluft betätigte Schraubst

Die Zeitersparnisse bei der Verwendung von S tern mit Druckluftbetätigung haben die Marmon Aut Co. veranlaßt, auch ihre Schraubstöcke mit Druckluf treiben. Der Luftzylinder wird hinter dem Schra auf einer Platte befestigt; er verschiebt die Schrau backe durch die Kolbenstange. Zur Steuerung die Fußtritthebel. („American Machinist" 5. Novembe S. 505*) [N 977 e]

Eisenbahn-Hubbrücke mit neuarti Antrieb

Die Brücke ist als Parallelträgerbrücke ausgefü besteht aus einer mittleren aufziehbaren Öffnung 55 m Spannweite, zwei daran anschließenden Öffnung je rd. 45 m Spannweite, die die Hubgerüste mit de gehörigen Maschinenanlagen tragen, sowie zwei Öffnungen. Die aufziehbare Öffnung wiegt rd. 32 hängt mit ihren vier Eckpunkten an je acht Stahlsei rd. 40 mm Dmr. bei 154 kg/mm² Festigkeit. Dies führen oben über Rollen von 3,35 m Dmr. und trag andern Ende zu je 16 auf jeder Brückenseite die Gegengewichte von je 112,5 t.

Zum Heben und Senken der Brücke werden di rollen über Stirn- und Kegelradgetriebe von insgesa je 25 PS leistenden Motoren getrieben. Die Hälfte dient als Aushilfe. Zum Ausgleich der Seillängu man die acht Seile jedes Eckpunktes an ihren En der Gegengewichtseite mit Kolben verbunden, die in dern mittels Drucköles betätigt werden können. D Zylinder sind Teile eines Gußstückes, das am Gegeng befestigt ist. Insgesamt sind also vier solcher Lä ausgleicher vorhanden, an jedem Gegengewicht zwe Brücke führt über den White River und verbindet M und Little Rock, zwei Haltepunkte der Chikago, Rock & Pacific-Eisenbahn, miteinander. („Engineering Record" 3. November 1927 S. 705*) [N 977 f]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Von G. Klein. 3. Aufl. 1. Bd. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 511 S. m. 404 Abb. u. 16 Taf. Preis 43 *M*.

Der Braunkohlenbergbau hat sich erst in den letzten 25 Jahren in bedeutenderem Umfang entwickelt, so daß es vollauf erklärlich ist, daß das Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau in kurzer Zeit in drei jeweils verbesserten und erweiterten Auflagen erscheinen mußte. War die zweite Auflage gegenüber der ersten im wesentlichen nach der wissenschaftlichen und technischen Seite hin erweitert worden, weil die Kenntnisse von den Braunkohlenvorkommen bedeutend vertieft und die Abbauverfahren verbessert worden waren, so ist die dritte Auflage, deren erster Band jetzt vorliegt, vor allem nach den Gesichtspunkten der Systematik umgearbeitet worden. Sie ist nicht mehr wie die früheren Auflagen in einen Text- und einen Tafelband geteilt, sondern der erste Band enthält den wissenschaftlichen Teil mit den geologischen Angaben über die zahlreichen Braunkohlenvorkommen und den technischen Teil, der sich hauptsächlich mit dem Tiefbaubetrieb sowie auch die zu diesen beiden Teilen gehörenden und Zeichnungsblätter. Ein systematisches Inhaltsve nis schließt den Inhalt dieses Buches auf. Um seine als Nachschlagewerk zu erhöhen, könnte vielleicht be folgenden Auflage oder am Ende des zweiten Band Stichwortverzeichnis angehängt werden.

Die einzelnen Abschnitte umfassen in stärkeren als in den früheren Auflagen die einzelnen Zwei Fachwissens, wie z. B. die Entstehung, Klassifikatio Eigenschaften der tertiären Braunkohlen, die Geolog geologische Skizzen der Vorkommen, die rechtliche hältnisse im deutschen Braunkohlenbergbau, das Aufs Aufschließen und Abbauen im Tiefbaubetrieb usw. ersten Fachleuten bearbeitet, geben sie die Möglichkei sich jeder, der mit dem Braunkohlenbergbau irgen und irgendwie zu tun hat, einen genauen Überblick über verschaffen kann.
[E 954]

Oil Industry. Von Ernest Raymond Lilley. New k 1925, D. van Nostrand Company. 548 S. m. versch. .

ie steigende Bedeutung des Erdöls für die Welt- chaft, namentlich für die Volkswirtschaft der Ver- en Staaten von Amerika, findet auch in der reich- en amerikanischen Erdöl-Fachliteratur ihren Nieder- . Das vorliegende Buch füllt demnach nicht gerade ücke aus, doch es wird wegen seiner logischen, über- chen und klaren Gliederung des Stoffes sowohl dem ann wie dem Laien willkommen sein. Dem Fach- weil es außer den eigenen Ausführungen des Ver- s auch einen umfangreichen Schrifttumnachweis nach Abschnitt und ein sorgfältig zusammengestelltes Sach- chnis bietet, dem Laien, weil es in leicht verständ- Darstellung und in der vom Umfang des Werkes be- n Kürze alles das bringt, was zur Übersicht über Industriezweig notwendig ist.

on der Mutung des Erdöls bis zum Verkauf des ver- n Rohstoffes werden alle Stufen der Erdöltechnik laufen. Die Darstellungen erstrecken sich erfreu- weise nicht nur auf die amerikanische Praxis, sondern ßen auch die in andern Ländern üblichen Verfahren hne daß, was an sich auch schlechthin unmöglich ein Werturteil für das eine oder andre gefällt wird. bschnitte über die Technologie des Bohrens und För- sind am stiefmütterlichsten behandelt, die wachsende tung der elektrischen Antriebe nicht genügend betont. bbildungen lassen mitunter zu wünschen übrig. Den- kann das Buch empfohlen werden. [E 879] Steiner

len-Sauerstoff-Schweiß- und Schneidbrenner. Aus chnologie Papers" Nr. 200 des Bureau of Standards, hington. Übersetzt von W. Reinacher. Berlin 7, VDI-Verlag. 82 S. m. 45 Abb. Preis 3,80 ℳ.

dem ersten Teile des Buches wird die Versuchsein- ng mit besonderer Berücksichtigung der sorgfältigen mung des Gasverbrauches, der Arbeitstische für iß- und Schneidversuche, der Prüfstoffe und der ver- ten Gase beschrieben, und es wird kurz über die Vor- he berichtet.

er zweite Teil umfaßt die eigentlichen Schweiß- und idversuche. Die untersuchten Brenner wurden je vier ißproben an 13 mm-Blech und einer Probe an 20 mm- unterzogen. Neben den Fragen der Wirtschaftlichkeit hierbei der Einfluß des schwankenden Druckes auf rbeitsgenauigkeit festgestellt werden. Mit den Schneid- ern wurden je acht Versuche ausgeführt. Sowohl bei chweiß- als auch bei den Schneidversuchen stellte sich s, daß in vielen Fällen der Gasverbrauch mit dem len Firmen angegebenen Wert nicht übereinstimmte, uch der angegebene Druck erwies sich häufig als zu Um möglichst neutrale Grundlagen zur Beurteilung winnen, wurden die gleichen Versuche von verschie- Schweißern ausgeführt.

Venn die Versuche auch in Amerika ausgeführt sind ie dortigen Gas- und Lohnpreise zur Grundlage haben, rften sie doch auch für den deutschen Schweißer von tung sein, um so mehr als der Übersetzer die Ergeb- teilweise auf deutsche Verhältnisse umgerechnet hat. as Buch ist ein bemerkenswerter Beitrag zur Frage ewertung und Beurteilung der Brenner und wird für ähnlicher Versuche manche Anregung für Ausbau rgänzung der Versuche enthalten. Ob dagegen auch chweißpraktiker unmittelbar damit gedient ist, scheint die Frage. [E 912] Thomson

den Bau und Bedienung von Destillier- und Rektifi- apparaten. Von H. Nehbel. Berlin 1927, Maetzig Co. 2. Aufl. 518 S. m. 250 Abb. Preis 24 ℳ.

as Werk ist die einzige Veröffentlichung, die bisher iesen Gegenstand einigermaßen erschöpfend Auskunft Nach einer Einleitung, die einen geschichtlichen Rück- und die Grundlagen der Destillation und Rektifikation t, behandelt der Verfasser die Blasenapparate, sodann unterbrochen arbeitenden Destillierapparate, die Be- g der Destillierapparate, die Rektifizierapparate, die Reinigung des Rohspiritus durch Filtern über Kohle, rage des absoluten Alkohols und des Baustoffes der . Überall stehen die praktischen Erfahrungen erfassers im Vordergrund, während die Berechnung pparate stark zurücktritt. Es wäre wünschenswert, ei einer weiteren Auflage diesem Buch über die ein- en Berechnungen hinaus auch eine umfassendere Wür- g der theoretischen Verhältnisse beigegeben würde, wie B. die grundlegenden Schriften Hausbrands ent- t.

Leider konnten auch die wertvollen Ausführungen von v. Keußler über „Technische Herstellung von wasserfreiem Alkohol durch Druckdestillation"[1]) noch nicht berücksichtigt werden.

Dennoch ist das Buch außerordentlich wertvoll für alle, die mit dem chemischen Apparatebau irgendwie zu tun haben. [E 892] Gsl.

Verhandlungen des 2. internationalen Kongresses für technische Mechanik. Zürich, 12. bis 17. September 1926. Herausgegeben von Ernst Meißner. Zürich und Leipzig 1927, Orell Füßli. 546 S. m. zahlr. Abb. Preis 65 Fr.

Über den Kongreß im September 1926 ist in dieser Zeitschrift 1927 S. 69 berichtet worden. Im Auftrage des Organisationskomitees hat Prof. Meißner, Zürich, jetzt in einem stattlichen Bande die auf dem Kongreß gehaltenen Vorträge herausgegeben, insgesamt über achtzig. Wegen Begrenzung des Stoffes sind die Beiträge zur Aussprache über die Vorträge nicht mitveröffentlicht, was zum Teil auch auf die Dreisprachigkeit der Verhandlungen zurückzuführen ist. Ein Blick auf das Inhaltsverzeichnis zeigt sofort, daß Mechanik in des Wortes weitestem Sinne zur Darstellung kommt. Den Arbeiten sind viele Abbildungen beigefügt, auf deren Wiedergabe große Sorgfalt verwendet worden ist. Das Werk ist in allen Fachkreisen weitgehender Beachtung sicher. [E 837] Dr. A.

Die Brikett-Industrie und die Brennmaterialien. Von Friedrich Jünemann. Wien und Leipzig 1927, A. Hartleben. 212 S. m. 34 Abb. 3. Aufl. Preis 5,50 ℳ.

Arbeiterschutz-Vorschriften im Deutschen Reiche. Herausgeg. von der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene. Bearb. von Leymann. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 441 S. Preis 16 ℳ.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 2. R. 4. H.: **Die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet.** Von A. Gärtner. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 23 S. m. 3 Abb. Preis 3,60 ℳ.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 2. R. 5. H.: **Benzolabscheider.** Von Leopold Richter. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 11 S. m. 20 Abb. Preis 1,80 ℳ.

Prüfung und Unterscheidung pflanzlicher Öle durch das neue Fließverfahren. Von Paul Jaeger. Stuttgart 1927, Forschungs- und Lehrinstitut für Anstrichtechnik G. m. b. H. 26 S. m. 22 Abb. Preis 1,60 ℳ.

Siemens-Handbücher. Herausgeg. von Siemens & Halske, A.-G., und den Siemens-Schuckertwerken A.-G. XII. Bd.: **Elektrizität in der Landwirtschaft.** Bearb. von C. Buschkiel. 171 S. m. 185 Abb. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. Preis 5,40 ℳ.

Sammlung Göschen, Nr. 965: **Wehr- und Stauanlagen.** Von Paul Böß. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 132 S. m. 59 Abb. und 5 Berechnungsbeispielen. Preis 1,50 ℳ.

Sammlung Göschen, Nr. 969: **Tarife für den Verkauf elektrischer Arbeit.** Von Paul Munk. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 97 S. m. 26 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Betriebsstatistik in Maschinenfabriken. Von Hartwig Machts. Herausgeg. vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten, Berlin-Charlottenburg. 16 S. Preis 2,50 ℳ.

Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V. **Statistik für das Jahr 1926.** Dortmund 1927, W. Crüwell. 577 S. Preis 45 ℳ.

Das Schriftgießer-Gewerbe in Süddeutschland und den angrenzenden Ländern. Ein Abschnitt aus der Geschichte des Deutschen Schriftgießergewerbes. Von Gustav Mori. Stuttgart 1924, gedruckt auf Veranlassung der Schriftgießerei Bauer & Co. 76 S. m. 19 Tafeln. Preis 40 ℳ.

Fischer von Erlach der Aeltere. Von Hans Sedlmayr. München 1925, R. Piper & Co. 69 S. u. 95 S. m. 111 Abb. Preis 18 ℳ.

Cornelis Drebbel. En Zijne Tijdgenooten. Von F. M. Jaeger. Groningen 1922, P. Noordhoff. Preis 2,90 Fl.

Uhlands Ingenieur-Kalender 1928. Begründet von Wilhelm Heinrich Uhland. Bearbeitet von R. Stückle. In zwei Teilen. Erster Teil: Taschenbuch. Zweiter Teil: Für den Konstruktionstisch. Leipzig 1927, Alfred Kröner. 54. Jg. I. Teil 226 S. II. Teil 578 S. Preis 4 ℳ.

Das internationale Patentrecht. Von Robert Jungmann. Berlin 1927, Carl Heymann. 36 S. Preis 1 ℳ.

J. Robert Mayer und das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Von Bernhard Hell. Stuttgart 1925, Fr. Frommanns Verlag (H. Kurtz). 165 S. Preis 5 ℳ.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 925.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Reibungsverhältnisse trockener Automobilkupplungen

In dem Bericht über die Dissertation von Dr.-Ing. Florig, Z. Bd. 71 (1927) S. 7, ist die in Abb. 4 dargestellte Abhängigkeit der Reibungszahl von dem Schlupf nicht ohne weiteres einleuchtend. Entsprechend dieser Abbildung heißt es in der ausführlicheren Veröffentlichung („Autotechnik" Bd. 15 (1926) Nr. 11) bezüglich der Einscheibenkupplung mit Asbestbelag: „Der sogenannte Reibungskoeffizient der Ruhe muß daher im vorliegenden Falle = 0 angenommen werden". An einer Kegelkupplung mit Baumwollbelag ist dagegen nach dem Verlauf der hierfür gültigen Linie in Abb. 4 des oben erwähnten Berichtes ein endlicher Wert der Reibungszahl der Ruhe zu erwarten und nach Abb. 2 das gleiche Ergebnis auch bei Asbest- und Lederbelag der Kegelkupplung.

Die Erscheinung, daß die Reibungszahl der Ruhe null ist, wurde zwar für feste Körper, die mit physikalischen und chemischen Mitteln peinlichst gereinigt waren, durch Jacob[1]) festgestellt. Nach der alltäglichen Beobachtung ist jedoch zwischen festen Körpern eine merkliche Reibung der Ruhe vorhanden, und Versuche, die vor einigen Jahren bei dem Lehrstuhl für Maschinenelemente der Technischen Hochschule Danzig[2]) angestellt wurden, zeigten bei technisch sauberen Oberflächen einwandfrei das Auftreten einer Reibung der Ruhe (Haftreibung), die merklich höher war als die Gleitreibung bei geringer Geschwindigkeit. Bei diesen Versuchen wurden Treibriemen über glatte Gußeisenscheiben und Stahlbänder über Gußeisenscheiben, die mit Kork belegt waren, mit Geschwindigkeiten $w = 0{,}02$ bis 5 cm/s gezogen, wobei die Scheiben feststanden. In beiden Fällen ergab sich der hier in Abb. 1 dargestellte Verlauf der Abhängigkeit der Reibungszahl von der Gleitgeschwindigkeit. Bei trockener Reibung von Stahlband auf glatter Gußeisenscheibe war keine Veränderlichkeit der Gleitreibung zu erkennen, jedoch war für $w = 0$ der Wert μ merklich größer als bei Beginn der Bewegung. Nickel[3]) erhielt bei der Untersuchung der Reibung von gußeisernen Bremsbacken auf gußeiserner Scheibe eine Bestätigung des in Abb. 1 dargestellten Verlaufes von $\mu = f(w)$.

Die hiervon abweichenden Ergebnisse von Florig erklären sich vermutlich daraus, daß bei schnell umlaufenden Einscheiben-Automobilkupplungen überhaupt keine wirkliche Reibung der Ruhe eintreten kann, da die Kupplungshälften infolge der Erschütterungen der Umlaufbewegung niemals ohne Relativbewegung aneinander liegen. Bei der Kegelkupplung liegen die Verhältnisse insofern anders, als sich infolge der Form der Reibungsflächen die beiden Kupplungshälften gegeneinander verspannen, wodurch die das Auftreten der Haftreibung störenden Bewegungen quer zur Schlupfrichtung verringert werden; doch erscheint es fraglich, ob die Reibung der Ruhe in voller Größe auftritt.

Der Satz, daß die Reibungszahl der Ruhe stets kleiner ist als die der Bewegung, sollte daher so abgeändert werden, daß statt „Reibungszahl der Ruhe" etwa „Reibungszahl bei dem Schlupf null" gesagt wird. Andernfalls i Gefahr einer unzulässigen Anwendung der gewonnene gebnisse auf die allgemeine Theorie der Reibung vorh

Augsburg Dr.-Ing. M o

[1]) Jacob, Über gleitende Reibung. Diss. Königsberg 1911.
[2]) Mohr, Die Reibungsziffern für Treibriemen und Stahlbänder bei kleinen Gleitgeschwindigkeiten. Diss. Danzig 1921.
[3]) Nickel, Beitrag zur Kenntnis der Reibungsziffern für Reibungskupplungen mit gußeisernen zylindrischen Gleitflächen. Diss. Danzig 1924.

Abb. 1
Reibungszahlen in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit w (Flächendruck p - 0,2 kg/cm²)
a Stahlband auf Gußeisenscheibe mit Korkbelag
b Lederriemen auf Gußeisenscheibe

Erwiderung

Abb. 4 meines Berichtes zeigt wie Abb. 2 den V der Reibungswerte mit zunehmendem Schlupf bei konst Anpressungsdruck, wobei die Werte in Abb. 4 mit zwe schiedenen Kupplungen (einer Kegel- und einer Einsch kupplung) unter Verwendung des Federdruckes er wurden. Abb. 4 und Abb. 2 ergeben, daß die Reibungs der Ruhe kleiner als diejenigen der Bewegung sind ferner, daß die Reibung der Ruhe je nach dem Stof Oberfläche und dem spezifischen Anpressungsdruck schieden groß sein kann. Sie kann auch null sein, w Werte der Einscheibenkupplung in Abb. 4 zeigen. Di bung der Ruhe bei Einscheibenkupplungen braucht j nicht immer null zu sein, wie Dr.-Ing. Mohr irrtüml weise annimmt. Entsprechende Beispiele hierfür si meiner Veröffentlichung in der „Auto-Technik" ange

Meine Versuche haben alle ergeben, daß die Re der Ruhe in trockenlaufenden Automobilkupplungen kleiner als die der Bewegung ist. Dasselbe Ergebni auch durch zahlreiche, allgemein bekannte Versuche Riemen gewonnen worden. Wenn Dr. Mohr und Dr. Ni das Gegenteil ermittelt haben, so liegt der Grund m. E. darin, daß der Schlupf nicht bis zu kleinsten W bestimmt wurde, oder, sofern dies der Fall war, daß a Verhältnisse als in Kupplungen vorgelegen haben.

Die vorgeschlagene Unterscheidung zwischen Reib zahl der Ruhe und Reibungszahl bei dem Schlupf nu m. E. nicht gut möglich, da beide Bezeichnungen völlig selbe sagen. Wenn sich die von mir an Reibungskup gen gewonnenen Ergebnisse auf die „allgemeine Theor Reibung" nicht anwenden lassen, so zeigt dies, daß die lichkeit einer anderen Theorie der Reibung als di Mohr angeführte „allgemeine Theorie" besteht. [D

Dresden Dr.-Ing. F l o r

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 3. DEZEMBER 1927 Nr. 49

Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927

Von Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn-Poppelsdorf

Die Bedeutung der Landwirtschaft in der deutschen Volkswirtschaft — Die Mithilfe der Industrie an den landwirtschaftlichen Mehrerträgen der letzten Jahrzehnte durch Lieferung von Düngemitteln, durch Lieferung geeigneter Maschinen zur Bodenbearbeitung, Saatgutbereitung usw.; die Mithilfe der Industrie an der Güteverbesserung der Lebens- und Futtermittel und beim Schutz vor ihrem Verderben.

Allgemeines

ie neuzeitliche Landwirtschaft ist in höchstem Maß auf die Mitwirkung der Industrie angewiesen. Aber auch umgekehrt ist die Industrie von ndwirtschaft abhängig. Man muß sich darüber klar n, was es bedeutet, daß die deutsche Landwirtschaft h 13 bis 14 Milliarden *M* neuer Güter erzeugt, t mehr als alle Industrien einschließlich Berg- und wesen hervorbringen. Allein die Milchwirtschaft t einen Produktionswert von 4 Milliarden *M*, das hr, als aus der gesamten deutschen Eisen- und Stahlung hervorgeht.

e Zusammenhänge zwischen Industrie und Landhaft werden also bei weitem nicht durch die 3- bis) t Eisen ausgedrückt, die der deutsche Landinenbau verbraucht, auch wenn der sicherlich nicht ächtliche Anteil der vielen Dorf- und Gutsschmieinzugerechnet wird; sondern der Zusammenhang durch die hohen Produktionswerte in der Landwirt- gekennzeichnet, wenn er auch nicht so sichtbar tritt. Die Werterzeugung und dadurch die Kauf- der Landwirtschaft spielen daher eine ungeheuer Rolle für unser Wirtschaftsleben, und die Industrie n größten Vorteil von guten Ernten, die sie, wie angedeutet, in vielen Beziehungen fördern kann. ugenscheinlichsten ist dies, abgesehen von der Landnenindustrie, bei der chemischen, besonders der mittelindustrie der Fall. Wenn in den letzten auf 1 ha mehr als 19 Doppelzentner Getreide en, Gerste, Hafer, Weizen) geerntet worden sind iber 11,5 in den Jahren 1881 bis 1885, so hat die mittelindustrie mit etwa 50 vH an den Mehrerträfolge der bessern Ernährung der Pflanzen durch Phosphorsäure und Stickstoff beigetragen. Etwa der Mehrerträge sind auf die Züchtung besonders reicher Sorten und die restlichen 20 vH auf die en Kulturmaßnahmen, wie Bodenbearbeitung usw. zuführen.

er Stickstoffbedarf ist dabei so beträcht- aß die im Kriege für den Heeresbedarf verbrauchengen synthetischen Stickstoffes später ohne wei- von der Landwirtschaft aufgenommen werden n, ohne daß damit der Riesenbedarf an diesem mittel gedeckt war. Inzwischen hat die Düngendustrie entsprechend größeren Umfang angenomber damit sind wir für Deutschland noch nicht am der Entwicklung angelangt. Optimisten glauben, eutschland sich selbst ernähren könnte, wenn in- richtiger Belehrung besonders in den mittleren und n Landwirtschaftsbetrieben Kunstdünger in erhöhaße verwendet würde. Denn unsere gut geleiteten haften, vielleicht abgesehen vom weniger ertragn Osten, erzielen ja doch tatsächlich nicht nur ppelzentner sondern das doppelte auf 1 ha.

s muß daher auch weiterhin das Ziel der führenden hen Landwirtschaftsorganisationen und der in Frage kommenden Industrien sein, durch Belehrung und vor allem durch den Betrieb von Musterwirtschaften die bereits gewonnene Erfahrung in der richtigen Düngung und der damit eng zusammenhängenden besseren Bodenbearbeitung usw. in alle Kreise der Landwirtschaft hineinzutragen. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit der Düngungsfrage für die gesamte Volkswirtschaft möchte man manchmal gesetzlichen Zwang wünschen, der gleichzeitig in geeigneter Weise die notwendige geldliche Unterstützung regeln würde.

Bei vielen Kunstdüngerarten bleibt ein Säurerest im Boden zurück, der den in ihm enthaltenen Kalk zu seiner Sättigung verbraucht. Ohne Kalkzusatz würde der Boden versauern, aber da springt die Kalkindustrie ein, die große Mengen an Ätzkalk für schwere Böden, an kohlensaurem Kalk für die leichten Böden zu liefern hat.

Mit der Maschinen-, Düngungs- und Kalkfrage ist aber der Anteil der Arbeit, den die Industrie der Landwirtschaft zu leisten hat, bei weitem noch nicht erschöpft.

Die aus dem Weinbau heraus entstandene Schädlings- und Krankheitsbekämpfung erstreckt sich heute immer mehr auf die gesamte große Land- und Forstwirtschaft, verkümmert doch in jedem Jahr eine ungeheure Menge von Pflanzen durch Krankheiten und Schädlinge. Wenn auch der im letzten Jahre so stark aufgetretene Rostbefall nicht durch technische Mittel bekämpft werden kann, sondern nur durch Züchtung rostbeständiger Pflanzen, ebenso Kartoffelkrebs und Reblaus, so ist der Kampf gegen den schädlichen Steinbrand beim Weizen und gegen den Schneeschimmel beim Roggen eine Frage der Beizung. Hierzu liefert die Industrie Beizmittel und Beizapparate. Die Krautfäule der Kartoffel muß in ähnlicher Weise bekämpft werden.

Vom Weinbau ist der technische Pflanzenschutz, die Schädlingsbekämpfung, besonders auf den Obstbau übergegangen, wo sie allerdings bei weitem noch nicht den infolge des Wettbewerbes ausländischen Obstes notwendigen Umfang angenommen hat. Das Aroma des deutschen Obstes ist besser, während z. B. das kalifornische Obst besser aussieht, dem Auge also besser gefällt und dementsprechend vom Käufer vorgezogen wird. Hier muß also die Industrie wieder helfen durch Lieferung von Mitteln gegen Mehltau, gegen die Schorfkrankheit, Fusicladium usw., die gerade das Obst unansehnlich machen. Schwefel- und Kupferpräparate mit Arsen gemischt, die ja besonders im Weinbau eine große Rolle spielen, werden auch in manchen Obstkulturen zum Vernichten tierischer und pflanzlicher Schädlinge angewendet. Hierzu kommt noch eine gute gefällige Verpackung der geernteten Früchte, etwa so, wie sie als Einheitsverpackung von der Hauptlandwirtschaftskammer in Dortmund ausgestellt wurde.

Ein weiteres Betätigungsgebiet der Industrie erstreckt sich auf die Schaffung von Einrichtungen, die das leichte Verderben der landwirtschaftlichen Ware verhindern, oder bei großen Ernteerträgen den

nicht absetzbaren Überschuß in eine haltbare Form überführen sollen, damit wir von den ausländischen Lebens- und Futtermitteln unabhängiger werden. Das ist ein ungeheuer großes Gebiet, müssen doch allein die mehr oder weniger vollkommenen Kühlanlagen für Milch und Milcherzeugnisse für eine Jahreserzeugung ausreichen, die, wie bereits gesagt war, die der gesamten deutschen Eisen- und Stahlindustrie übertrifft. Dabei ist die Milcherzeugung bei gleichbleibendem Viehstand durch genügende und zweckmäßigere Fütterung neben Zuchtmaßnahmen noch über das Doppelte steigerungsfähig. In manchen Viehställen ist der mittlere Milchertrag für eine Kuh auf 5000 l im Jahr gestiegen, während der Durchschnittswert für ganz Deutschland 1800 l beträgt.

Um hierin weitere Fortschritte zu erreichen, müssen wir einen möglichst großen Grünfutterertrag erhalten, mit Hilfe von Düngung, Bewässerung usw. sowie von bestem Saatgut, dessen Auslese sehr vollkommene Maschinen verlangt. Ferner müssen wir aber auch die gesamte Viehfutterernte sicher bergen und verfüttern können, was bei den oft sehr mißlichen Witterungsverhältnissen ohne technische Hilfsmittel nicht möglich ist. In den letzten Jahren kommen daher die in Amerika bereits seit Jahrzehnten üblichen Grünfuttersilos mehr und mehr in Aufnahme, und es ist zu hoffen, daß auch bei uns selbst regennasses Grünfutter zu einem sehr bekömmlichen und gern gefressenen Speichergrünfutter mit völliger Sicherheit eingesäuert werden kann. Jedenfalls wird die Industrie auch in der Viehwirtschaft, wo sie bisher nicht so stark wie im Ackerbau an den Mehrerträgen mitgewirkt hatte, mehr und mehr herangezogen werden, wie zu diesen Silobauten, sowie auch zu andern Einrichtungen, die die Erhöhung der Erträge oder Herabsetzung der Betriebskosten bewirken sollen.

Daß es sich bei allen technischen Maßnahmen um ausgedehnte Aufgaben für die Industrie handelt, die großen Absatz versprachen, zeigt die folgende Zusammenstellung des deutschen landwirtschaftlichen Besitzstandes.

Betriebsgröße	Anzahl der Betriebe (abgerundet)	vH	Landwirtschaftlich genutzte Flächen Mill. ha	vH
5 a bis 2 ha Zwergbetriebe	3 000 000	60	1,6	6,2
2 bis 5 ha Kleinbetriebe	900 000	17,5	2,9	11,5
5 bis 20 ha mittlere Betriebe	950 000	18,7	9,15	35,8
20 bis 50 ha großbäuerliche Betr.	175 000	3,4	5	19,8
50 bis 200 ha Großgüter	34 000	0,7	3	11,5
über 200 ha Großgrundbesitz	9 770	0,2	3,92	15,3
insgesamt (genaue Zahl)	5 068 770		25,57	

Für die Errichtung größerer technischer Anlagen kommen nur die Güter über 20 ha Grundbesitz in Frage. Anderseits ist aber infolge der großen Anzahl der kleineren Betriebe der Gesamtbedarf an Kleingeräten und Anlagen ebenfalls außerordentlich groß und kann durch genossenschaftliche Zusammenfassung auch für größere Anlagen in Betracht kommen.

Neben der Schaffung der Silobauten, die Grünfutter genießbar erhalten sollen, müßte auch die Kartoffel vor dem Verderben geschützt werden. Es würde den deutschen Kartoffelbau außerordentlich fördern, wenn es der Industrie gelänge, die Kartoffeln in wirtschaftlicher Weise in eine trockene, leicht versendbare und preiswerte Dauerware überzuführen, die als heimisches Massenfutter den Wettbewerb mit Mais und ausländischer Futtergerste aufnehmen kann. Da die bisherigen Verfahren, bei denen der Wassergehalt der Kartoffeln durch Wärme entfernt wurde, zu teuer waren, hat das Reichsernährungsministerium kurz vor der Eröffnung der Dortmunder Ausstellung in einem Ausschreiben Preise von insgesamt 175 000 ℳ für solche Einrichtungen zum Trocknen von Kartoffeln ausgesetzt, b[ei denen] die Gesamttrockenkosten für 1 Zentner Rohkartoffel[n ...] nicht überschreiten.

Damit habe ich einige Punkte der gemeinsame[n ...] zwischen Industrie und Landwirtschaft gekenn[zeichnet,] wobei ich die eigentliche Landmaschinenindustrie n[och nicht] berücksichtigt habe, ebensowenig, wie die Bez[iehungen] dieser zu den deutschen Werkzeugmaschinen[...] usw. Auch auf die große Bedeutung der Elek[trizitäts-]erzeugung für die Landwirtschaft und die davon abhängigen Industrien bin ich nicht weiter eing[egangen,] aber es ist ja doch schon zu sehen, daß die Deutsc[he Land-]wirtschaft-Gesellschaft mit Recht durch eine Au[sstellung] mitten im Industriegebiet in sozusagen handgr[eiflicher] Weise auf diese Zusammenhänge hinweisen mu[ß, um] sie auch im Volksempfinden mehr und mehr ein[...] zu lassen. Die große Zahl von 335 000 Besuche[rn, unter] denen ein sehr großer Teil der Industriebevölke[rung ...] gehört, zeigt, daß anderseits auch dem Wirken d[er deut-]schen Landwirtschaft von den Angehörigen de[r Indu-]strie große Aufmerksamkeit entgegengebracht [...]

Die Ausstellung in Dortmund

Diese jährlich wiederkehrenden, von Max [...] ins Leben gerufenen DLG-Ausstellungen si[nd von] außerordentlicher Bedeutung geworden. Dem [...]tenden Ingenieur und Landwirt zeigen sich jed[...] neue Bilder, neue Entwicklungen und neue A[...] Neben Maschinen und Einzelteilen, die reif zur N[...] sind, wie Pflüge, Drillmaschinen, Mähmaschinen[, Dre-]selmaschinen, Mühlen usw. sind andre technisc[he ...]gen, die z. T. überhaupt noch keine feste Gesta[lt ange-]nommen haben, wie in diesem Jahre die bereits e[...] Lösung der wirtschaftlich arbeitenden K[artoffel-]trocknerei, oder gar die Entwässerung ganz bes[...] plastischer Böden durch Maulwurfdrainage, die [...]land und Holland bereits mit Erfolg angewende[t ...] Außerordentlich groß ist das Gebiet der Landma[schinen,] die noch in der Entwicklung stehen und deshalb [die] mannigfaltigsten Formen und Ausführungen a[ufweisen] und jedes Jahr noch große Wandlungen durchma[chen.]

Ich möchte an dieser Stelle ausdrücklich dav[or war-]nen, daß sich bisher abseits stehende Industrien, [viel-]leicht augenblicklich an Beschäftigungsmangel [...] ohne weiteres an der Lösung dieser Fragen be[teiligen.] Wir haben eine große Menge Beispiele, wo ohn[e genü-]gende Einarbeit nicht-landwirtschaftliche Mas[chinen-]fabriken an den Bau von Landmaschinen heran[gegangen] sind und dabei Geldverluste erlitten und ihre[m ...] großen Abbruch getan haben. Die Schwierigkeite[n beim] Bau von Landmaschinen werden immer unter[schätzt.] Diese Maschinen lassen sich nicht so leicht erfass[en wie,] sagen wir einmal, eine Werkzeugmaschine, Da[mpftur-]bine oder dergl., die bereits eine lange Überli[eferung] haben, und bei denen die in Frage kommenden [...] gründlichst untersucht und die Arbeitsbedingung[en ver-]hältnismäßig gleichförmig sind. Jeder Ingenieu[r, der] sich mit Landmaschinen befaßt, sollte mindeste[ns ein] Jahr auf einem Landgute praktisch [gear-]beitet und landwirtschaftliche Luft geatmet hab[en, um] das richtige Gefühl für die dauernd wechselnden [Eigen-]schaften des Bodens, des Wetters und des Ernte[gutes ...]des zu bekommen sowie ein Gefühl für Zug- und [...]tiere und besonders für die Verhältnisse der Lan[darbei-]ter, die unsere Maschinen bedienen sollen.

Pflüge

Wie schon anfangs erwähnt, ist ein Teil de[r land-]wirtschaftlichen Mehrerzeugung gegenüber den fr[üheren] Zeiten auf bessere Bodenbearbeitung durc[h ...]tiefung und bessere Krümelung der Kulturschic[ht zu-]rückzuführen. Hier wird heute von Seiten der [...] landwirtschaftlichen Bodenforscher gewünscht, d[aß der] Boden in gewissen Zeiträumen durch Untergrund[...] tief bearbeitet wird, und zwar so, daß der Pflug [nur die] obere Schicht wendet, dagegen den unteren bak[terien-]ärmeren Boden, den Untergrund, nur lockert, al[so den] toten Boden nicht nach oben bringt. Hier schei[nt ...] für manche Fälle das geteilte Streichblech, Abb. 1,

zen, wie es z. B. von der Firma Klausing in er bei Osnabrück ausgeführt wird. Besonders bei Bodenbearbeitung mit Dampfpflügen und solchen ppern, die nicht in der aufgelockerten Furche n, sondern daneben auf festem Lande, ist ein sol- Streichblech am Platze.

m übrigen ließ die Ausstellung ein Überhandnehmen sogenannten Kehrpflüge erkennen, die im Gegensatz n im Kreise herum arbeitenden Beetpflügen im Hin- Hergang arbeiten und eine Furche neben die andre . Es ist allerdings möglich, daß hierbei die Nähe Rheinlandes eine Rolle gespielt hat, wo diese Art zu en üblich ist, wie übrigens auch in fast ganz Frank- und Belgien. Man verwendet hierfür entweder pflüge, bei denen die für die Hin- und Rückfahrt s- oder linkswendenden, spiegelbildlich gleichen körper angebracht sind und am Ende der Furche ine in Furchenrichtung liegende Achse gedreht wer- damit der andre Pflugkörper in Arbeitsstellung t, oder Kipppflüge, bei denen vom Mittelfahrgestell nach vorn und hinten in einem Winkel zu einander vollständiger nach einer Seite arbeitender Pflug racht ist. Am Ende der Furche wird hier der um die quer zur Fahrtrichtung stehende Achse Mittelfahrgestelles gekippt, damit der nach der an- Seite wendende Pflugkörper in Arbeitsstellung t.

ie Anzahl der neu aufgenommenen Drehpflüge og in Dortmund, obwohl nach den Erfahrungen im land in den letzten Jahren die Kipppflüge die Dreh- e etwas verdrängen. Auch hinter dem Schlepper ht der Rheinländer einen Kipppflug, der bisher aller- noch einen besonderen Bedienungsmann erfordert. wird bei dem im vorigen Jahr in Breslau gezeigten [1]) „Novus“ der Firma Eberhardt, Ulm, vermie- ler im Laufe des letzten Jahres weitere Verbesse- n aus dem praktischen Betrieb heraus erhalten hat. der bereits in Breslau gezeigte, ebenfalls in Zeitschrift beschriebene Drehpflug der Firma , Leipzig, der „Huckepack“, Abb. 2, hat sich seit vorigen Jahre recht beträchtlich zu seinen Gunsten ert. Aus dem damaligen Sterzpflug, der beim Über- von flachen Gräben leicht in den Boden schlug, durch, daß zwei Führungsrollen dicht hinter dem gepunkt angebracht wurden, ein durch ein beweg- Verbindungsstück zwischen Schlepper und Pflug ings sehr kurz angehängtes, selbständiges An- gerät geworden.

Fräsen

att den Boden mit Scharen umzuwenden und zu n, werden seit 1910 in beachtenswerter Weise Ver- gemacht, durch umlaufende Hauen den Boden zu en. Die Aufgabe ist recht schwierig und hat sich für die allgemeine Bodenbearbeitung nicht als haftlich erwiesen, nur für Moorboden und in Gärt- n mit sehr viel Spatenarbeit ist das Verfahren brauchbar. Die Union-Gießerei in Königs- sowie Dürkopp, Bielefeld, zeigten neue Mo- Mit außerordentlicher Zähigkeit haben die Sie- s-Schuckertwerke die Fräsen weiter ent- lt, wobei sie statt der starren Hauen die nach den von v. Meyenburgschen Patenten federnden benutzten. Die Maschinen werden sowohl für den Großbetrieb, als auch in kleiner Ausführung zum Ersatz von Spatenarbeit für Gärtnereien, Obstpflanzungen usw. geliefert. Wenn sich die Firmen m. E. besonders auf die kleineren Betriebe einstellen würden und, indem sie die Versuche für die großen Maschinen unterließen, den Preis der kleinen herabsetzen könnten, würde sich diese Maschine meines Erachtens ein großes Feld erobern können. Es gibt heute schon größere Obstgüter, Gemüsewirtschaften usw., die den Pflug nicht mehr benutzen, sondern nur die Fräse.

[1] Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 41.

Abb. 1
Pflugkörper für gleichzeitiges Wenden der Scholle und Lockern des Untergrundes (ausgeschnittenes Streichblech) von Klausing in Rabber bei Osnabrück

Abb. 2
Anhänge-Drehpflug „Huckepack“ von Rud. Sack, Leipzig

Während sich die mechanische Bodenbearbeitung des Fräsens als Ersatz für die Pflugarbeit außer bei den genannten Betrieben kaum nennenswert verbreitet hat, wendet man das motorische Pflügen auch bis in kleinere Besitzstände in großem Umfang an, obwohl die Entwicklung der verschiedenen Motorpflüge, die auch heute noch nicht abgeschlossen ist, von Industrie und Landwirtschaft schwere geldliche Opfer gefordert hat. Die schweren Kolosse der ersten Zeit sind verschwunden, die Zwei-Maschinen-Motorpflüge in Deutschland beinahe; in England ist es allerdings, wie die letzte Ausstellung der Royal Agricultural Society in Newport bei Bristol zeigte, deutschen Dieselmaschinen der Firmen Benz und MAN gelungen, die Dampfmaschinen aus den Zwei-Maschinen-Dampfpflugsätzen der klassischen Dampfpflug-Lokomotivenfabrik von John Fowler sowie der von McLaren teilweise zu verdrängen und so in das Gebiet der schwersten landwirtschaftlichen Kraftmaschinen nach der Zwei-Maschinen-Anordnung einzudringen.

Schlepper

Die in der kurzen Zeit der letzten Jahre aber so außerordentlich stark einsetzende Verbreitung der motorischen Ackerbestellung ist unbedingt auf die vielseitige Verwendbarkeit der Schlepper zurückzuführen, denen gegenüber selbst die an und für sich geniale Erfindung von Robert Stock, der Tragpflug, an Boden verliert. In Deutschland hat die schnelle Entwicklung der Motorschlepper, das dürfen wir nicht verkennen, sehr viel dem Fordson-Schlepper zu verdanken. Es bestand aber auch die große Gefahr, daß die deutsche Schlepperindustrie durch diesen Schlepper völlig zugrunde gerichtet wurde, wie das z. B. bei der englischen Schlepperindustrie schon eingetreten ist. In Deutschland ist aber für viele Verhältnisse der Fordson-Schlepper zu schwach, für uns sind zugkräftigere Schlepper vorteilhafter, mit denen auch Tiefkultur auszuführen ist. Würde der schwächere Fordson-Schlepper gegenüber den zugkräftigeren Schleppern mehr Verbreitung finden, so würde dann tiefere Bodenbearbeitung in geringerem Umfang in Deutsch-

Abb. 3
Guerini-Greifer für Schlepperräder der Firma „Auto- und Traktoren-Ausrüstungs G. m. b. H. (ATRAG)", Berlin

land ausgeführt werden, was jahrzehntelang an Mindererträgen zu merken wäre.

Für uns in Deutschland ist jedenfalls die Tiefkultur unerläßlich, nachdem jahrzehntelange Versuche erwiesen haben, daß durch diese bessere Bodenbearbeitung bis zu 20 vH Mehrerträge erreichbar sind. Dies erfordert aber größere Zugkraft, die von den Motoren an sich in den meisten Fällen zwar ohne weiteres geleistet werden kann. Aber die Abstützung dieser Kräfte durch die Antriebräder gegen den Boden macht vielfach noch erhebliche Schwierigkeiten. Besonders wichtig ist hierbei für die Radschlepper, daß ein möglichst großer Teil des Gewichtes wegen der besseren Adhäsion und daher der größeren Zugkraft auf den Antriebrädern, den Hinterrädern, ruht, natürlich nur so viel, daß der Schlepper vorn nicht aufbäumt. Das soll nun nicht heißen, daß der Schlepper möglichst schwer gebaut werden soll. Für die Motoren, Getriebe usw. kommen natürlich die Grundsätze des Leichtbaues in Frage, schon wegen des teuren Maschinengewichtes dieser Teile, aber das für die jeweilige Motorenstärke notwendige Abstützgewicht kann ja als billiger unbearbeiteter Guß in die Hinterräder gelegt werden. Für die Fahrt über den Acker müssen die Hinterräder möglichst groß sein, da dadurch die Wühlverluste der Greifer vermieden und den Felgen größere Auflageflächen geboten werden. Dasselbe ereicht man allerdings auch mit den sogenannten Guerini-Greifern, Abb. 3.

Doch die Adhäsion kann nicht nur durch größeres Gewicht erzielt werden, sie ist auch abhängig von der Bauart der Greifer oder ähnlicher Einrichtungen. Auf diesem Gebiet ist die letzte Lösung noch nicht gefunden, und es sind daher für die verschiedenen Böden immer noch viele Versuche im Gange. Soviel steht aber bereits fest, daß die bisher fast ausschließlich übliche senkrechte Stellung der Spatengreifer nicht die günstigste ist.

Abb. 4
„Stock-Raupe" der Stock-Motoren-A.-G., Berlin; 28 PS-Raupenschlepper.

Abb. 6 und 7
Bauliche Einzelheiten der Raupenkette der Moorbu Trecker-Werke

Große Fortschritte haben im letzten Jahre die oder Raupenschlepper gemacht. Einer der g Nachteile dieser grundsätzlich doch sehr glückliche sung des Schleppens über weichen Boden war de Preis dieser Maschinen und der Ersatzteile, was weg starken Verschleißes der Raupen für die Verbreitu sonders hemmend war. In dem SHW-Raupenschlepp Schwäbischen Hüttenwerke, der übrigen ohne innere Rollenkette gebaut wird[2]), hatte man sc letzten Jahr einen billigen Kleinschlepper, in der 50 stenden Stumpf-Raupe der Linke-Hofmann-Breslau, einen billigen Großschlepper. In diesem Jahr ten in den gebräuchlichen Mittelgrößen um 25 PS Le die Stock-Motorpflug-A.-G. mit der Stock Abb. 4, in derselben Preislage wie entsprechend Radschlepper, und die Moorburger Treckerw mit der MTW-Anbauraupe, die statt der Hinterräd Radschlepper (Fordson und neuerdings wohl auch Hanomag) angebaut wird, und wohl als eine seh sichtsreiche Lösung angesehen werden kann, Abb. 5

Die Stockraupe wirkt infolge der fehlenden Ge auflage auf der Raupe zwischen den beiden Rädern lich wie ein Schlepper mit verlängertem Vierrada Außerdem ist die Raupe wegen des Vorderradantrie ihrer ganzen Länge gespannt. Von der MTW-Anbau möchte man wünschen, daß sie in Zukunft besonder deutschen Radschleppern zugute komme. Abgeseh der hervorragenden Zugwirkung ist bei dieser Baua Frage des Wendens, die bei den Kettenschleppern Schwierigkeiten macht, in sehr guter Weise gelöst, immerhin die Möglichkeit einer größeren Verbreitun Kettenschlepper in dieser Form auch gegenüber dem schlepper besteht.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 40.

Abb. 5
Anordnung der MTW-Anbauraupe der Moorburger Tr Werke am Fordsonschlepper

Abb. 8
.bergzugwinde „Klein-Winzerdank“ für steile Hänge
Ziehen von Pflügen, Stein-, Erde- und Dünger-Schlitten
und Schädlingsschutzgeräten von Clemens Söhne,
Bad Kreuznach

Abb. 9
sschnitt durch den 22pferdigen Groß-Bulldog von Hein-
Lanz, A.-G., Mannheim; Rohölschlepper mit liegendem
Einzylinder-Glühkopfmotor

)er wunde Punkt ist natürlich der große Verschleiß Kette. In dieser Richtung ist von den verschiedenen en eine Reihe von bemerkenswerten Lösungen ver- : worden. Ich glaube nämlich, daß die günstige Lösung r Frage für die Entwicklung der in Deutschland noch ı vorhandenen, aber mehr und mehr notwendigen wirt- :tlichen Kleinschlepper von höchstens 10 PS größter Bedeutung, ja, gewissermaßen Vorbedingung diese Entwicklung sein wird. Diese Kleinschlepper en schmal und möglichst niedrig gebaut sein. Dann en sie sowohl in Obstkulturen, ähnlich wie jetzt schon Teil die kleine Fräse, als auch ganz besonders im wirtschaftlichen Kleinbesitz verwendet werden. Es en leichte billige Maschinen sein, zum Teil sogar Sitz für den Schlepperführer, wie man es in Frank- ı vielfach hat[3]), wo an diesem Baumuster schon jahr- telang gearbeitet wird. Bei ihnen müssen vorzüglich tende Raupen oder Greifer angewendet werden, damit trotz des leichten Maschinengewichtes die genügende :raft erhält, was allerdings bei der Fräse nicht nötig a die Arbeitsbewegung des Fräswerkzeuges schon den värtsgang unterstützt.

Für die Bearbeitung steiler Weinberge kommen keine :pper, sondern Seilwinden in Frage, die in Dortmund erstenmal auf einer DLG-Ausstellung gezeigt wur- Hier leisten die Firma Clemens Söhne, Kreuznach, Scherf, Saarburg, wertvolle Pionierarbeit, gilt es in den meisten Fällen, äußerst mühsame und teure ‹larbeit durch Maschinenarbeit abzulösen und darüber as die Güte der Weinbergbearbeitung zu verbessern. 8 läßt die Arbeitsweise dieser Maschinen ohne weite- :rkennen[4]).

[3]) „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 3 (1922) S. 25, Bd. 8 (1927) „Die Landmaschine“ Bd. 7 (1927) S. 245.
[4]) „Der deutsche Weinbau“ Bd. 6 (1927) S. 247 u. f.; Landwirtschaft- Zeitschrift für die Rheinprovinz Bd. 28 (1927) S. 510 u. f.

Abb. 11 und 12
Druckmindervorrichtung der Einscheiben-Signal-
bauanstalten Max Jüdel, Bruchsal, zum Anlassen
von Dieselmotoren

a Anlaßhebel — *d* Hebelrolle — *f* Sperrhebel
b Exzenter — *e* Nocken — *g* Gewinde
c Winkelhebel — *h* Feder
i Hebelrolle *d* in Druckminderstellung (Anlaßstellung)
k „ „ „ Betriebstellung
l Hebel *f* in Betriebstellung
m „ „ „ Druckminderstellung (Anlaßstellung)
n „ „ „ Betriebstellung
o „ „ „ Druckminderstellung (Anlaßstellung)
p Druckmindernocken für Auspuffventil
q Hebel *a* in Druckminderstellung (Anlaßstellung)
r „ „ „ Betriebstellung

Die größte Bedeutung für die deutsche Schlepperindustrie, besonders auch für die deutsche Ausfuhr derartiger Maschinen hat die Brennstofffrage. Wir haben bisher versucht, bei der Entwicklung unserer Maschinen immer mehr den schwereren Brennstoffen zuzustreben. Man kann heute wohl schon sagen, daß Benzol für neuzeitliche Maschinen nicht mehr in Frage kommt, für Vergasermaschinen muß mindestens Petroleum verwendbar sein. Die Firma Lanz, Mannheim, hat in ihrem Groß-Bulldog, Abb. 9, eine Maschine mit Glühkopfmotor glücklichster Konstruktion und großer Zugkraft[5]) herausgebracht, die bereits dieses Jahr als erster deutscher Schlepper auf der englischen Royal Show ausgestellt und zur englischen silbernen Denkmünze angemeldet worden war[6]). Inzwischen scheint auch der Dieselmotor so weit in seiner Entwicklung gekommen zu sein, daß man ihn unbesorgt in den landwirtschaftlichen Betrieb

[5]) „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 51.
[6]) „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 228; „Landmaschinenmarkt“ Jahrg. 1927 Nr. 39.

Abb. 10
Anordnung eines kleinen Benzin-Startermotors an einem 60pferdigen Benz-Dieselmotor der Motorpfluglokomotive von Mc Laren, ausgestellt auf der Schau 1927 in Newport

geben kann. Für große Maschinen ist dies ja, wie schon erwähnt, von den englischen Firmen Fowler und McLaren geschehen, noch dazu bei Maschinen, die bereits in den Kolonien mit eingeborenen Bedienungsmannschaften mit Erfolg verwendet werden sollen. Außer auf vollkommene Betriebsicherheit muß bei den Dieselmaschinen auf die Möglichkeit leichten Anwerfens geachtet werden Benz-Dieselmotor, der in die schwere englische Mc Seilzugmaschine eingebaut ist, wird in sehr gesch Weise von einem kleinen Benzin-Hilfsmotor ange der die Maschine auf 200 Uml./min bringt, wobei sie allen Umständen anspringt, Abb. 10. Eine ebenfalls der Vermeidung von Zündpapier, Lunten usw. seh Lösung, Abb. 11 und 12, zeigten die Moorburger Tr Werke. Der MTW-Dieselmotor, der in den MTW-Ra schlepper und neuerdings auch in den Pöhlschleppe gebaut wird, kann ähnlich wie ein Vergasermotor kurbelt" werden. Zuerst wird dabei die Verdichtun mindert, so daß man mittels der Kurbel die Maschine in Drehung versetzen kann. Dann schaltet sich di dichtung selbsttätig wieder ein und wird unter Ausnu der lebendigen Kraft der bewegten Massen so hoc der Motor anspringt[7]).

Der Vorgang ist dabei so, daß durch Hochhebe Hebels *a* vor dem Anlassen mittels des Exzenters Winkelhebel *c* eine geringe Drehung erfährt. Die rolle *d* gelangt somit später gegen den Nocken *e*, wa minderung der Verdichtung zur Folge hat. Damit Hebel *c* in dieser Lage einige Zeit hindurch bleibt gleichzeitig der Sperrhebel *f* auf das Gewinde *g* ge Bei der Drehung wird der an *f* befestigte Stift vo Gewinde in die Betriebstellung zurückgeschoben. Sperrhebel ist dann wieder frei, die ganze Anordnung sich unter Einwirkung der Feder *h* zurückdrehen. Verdichtungsminderung ist aufgehoben.

Eine gewisse Unsicherheit in der Brennstofffrage gen die Aussichten auf die Verflüssigung der Kohl mal vielfach von geringen Preisen dieser Erzeugnis sprochen wird. Man würde dann wohl der Züchtung Leichtbrennstoff-Motors mit hohem thermischem Wirk grad zustreben. Auf diesem Wege macht die Firma C mit ihrem Andreau-Motor, der im letzten Januar in als ortfester Landmotor von 4½ PS Leistung aufg war und den merkwürdig geringen Brennstoffverb von nur 175 g Benzin für 1 PS haben soll, zu beac Einführungsversuche[8]).

[B 756] (Schluß fo

[7]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 781.
[8]) „Die Landmaschine" Bd. 7 (1927) S. 501.

Zur Theorie der zylindrischen Schalen und Bogenträger

In der Theorie der Träger mit gekrümmter Mittellinie, Bogenträger, haben sich gewisse Unstimmigkeiten gezeigt, die eine Überprüfung der rechnerischen Grundlagen der Theorie veranlaßt haben[1]). So hat insbesondere A. Föppl darauf hingewiesen[2]), daß die Übereinstimmung mit der genauen, zweidimensionalen Theorie bei Berücksichtigung der Normalkraft weniger gut ist als ohne diese.

Wendet man die Betrachtungen der Behältertheorie auf Kreisbogenträger an, so ergibt sich unmittelbar, daß die Berücksichtigung der Normalkraft auch in der Gleichung für die Durchbiegung w, normal zur Mittellinie des Trägers, zur Geltung kommt, so daß die vollständigen Gleichungen lauten:

$$S' - N + X R = 0, \quad N' + S + Z R = 0, \quad G' - N R = 0$$

$$w'' + w = -\frac{G R^2}{E J} - \frac{S R}{2 E h}, \quad u = \int \left[w + \frac{S R}{2 E h} \right] d\vartheta + \text{konst.}$$

(Die Striche bedeuten Ableitungen nach ϑ.)

Für den Vollring, der an zwei entgegengesetzten Punkten mit den gleichen Kräften K belastet ist, ergibt sich als größtes Biegemoment

$$G_{\vartheta = \frac{\pi}{2}} = -\frac{K R}{\pi},$$

und zwar gleichgültig, ob das Glied mit S in der Glei für w berücksichtigt wird oder nicht, so daß auf die dieses Biegemomentes die Normalkraft überhaupt ohne fluß ist. Dagegen zeigt sich, daß die Normalkraft z. dem Wert des kritischen Druckes eines von außen bela

Kreisrohrs ein zusätzliches Glied von der Größenordnu

hervorbringt, wenn $2h$ die Dicke des Rohres bedeutet Integration dieser Gleichungen für verschiedene Belast wie Eigengewicht, Flüssigkeitsdruck, beliebig verteilte zelkräfte usw. ist stets ausführbar.

Um die Genauigkeit der angenäherten Theorie haupt abzuschätzen, kann man die oben gekennzeich Lösungen noch vergleichen mit den entsprechenden fü zweidimensional aufgefaßten Träger. Das ist möglich ein Verfahren, das von F. Klein angegeben und A. Timpe u. a. ausgearbeitet wurde. Das Verfahre steht darin, den betreffenden Bogen zu einem Vollri ergänzen und die Belastung auf diesem ergänzten T anzubringen, daß sie zusammen mit der gegebenen Gleichgewichtsgruppe bildet. Da die vollständige L für den Vollring — am einfachsten auf dem Wege der A schen Spannungsfunktion — bekannt ist, so ist man i Lage, die Lösung der zweidimensionalen Frage imme zugeben. Führt man dieses Verfahren etwa an dem Flüssigkeitsdruck belasteten Halbkreisträger durch, s det man, was inzwischen auch von anderer Seite bes wurde, daß die Werte der Normalkraft S und der kraft N in der angenäherten und genauen Theorie vol men übereinstimmen, während die Werte der Biegemo um Glieder von der Ordnung $\frac{h^2}{R^2}$ voneinander abwei

Prag [N 855] Pösc

[1]) Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 189.
[2]) In der soeben erschienenen 10. Auflage des 3. Bandes seiner „Vorlesungen über technische Mechanik" ist die betreffende Bemerkung nicht mehr enthalten. D. Verf.

Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen

Von Dr. Erich C. Rassbach, Direktor der Firma Robert Bosch A.-G., Stuttgart

An der Hand der Betriebsbedingungen, denen die elektrische Anlage eines Fahrzeuges genügen muß, werden die Wesensunterschiede der Ausrüstung mit 6 und mit 12 V Nennspannung mit stromregelnder, von der Batterie abhängiger Dreibürstenmaschine und mit spannungsregelnder, von der Batterie unabhängiger Dynamo sowie zwischen der Magnetzündung und der Batteriezündung erläutert.

er Preisdruck in der deutschen Automobilindustrie hat in bezug auf das elektrische Zubehör: Lichtanlage, Anlasser und Zündvorrichtung, zu einer inandersetzung über Wirtschaftlichkeit und Betrieb-rheit der in Deutschland bisher üblichen und der in ika gebräuchlichen Bauarten geführt, die hier mit der ternen Kurve und Leistungsziffer verfolgt werden soll. ei soll die Wirtschaftlichkeit der Anlage, wie erfor-h, nur in ihrer Gesamtheit betrachtet werden, d. h. nur nach den Herstellkosten, sondern auch nach den ebskosten.

)ie elektrische Ausrüstung der normalen Personen-n besteht aus der Zündvorrichtung, der Lichtmaschine, Beleuchtungskörpern, dem Anlasser und der Batterie, on der Lichtmaschine aufgeladen wird. Raum- und chtsbeschränkung zwingen zu höchster Ausnutzung[1]), der Betrieb vollzieht sich, bei völlig ungenügender ung, unter starker Schwankung der Geschwindigkeit, Temperatur usw.

Jm die Vor- und Nachteile der einzelnen Ausführun-zu vergleichen, sollen die drei Hauptfragen herausge-t werden. Für diese gibt es je zwei Lösungen, die in n Zügen der europäischen und der amerikanischen is entsprechen:

12 V oder 6 V Nennspannung der Anlage,
Spannungs- oder Strom-(Drehbürsten-)Reglung der Lichtmaschine,
Magnet- oder Batteriezündung.

12 V oder 6 V Nennspannung?

Die Spannung mußte bei den kleinen Maschinen der üstung von Kraftfahrzeugen ohnehin niedrig gewählt en; bestimmend dafür waren aber die Lampen, die für die notwendige Leistung[2]) in den kleinen Abmes-en und mit der erforderlichen Widerstandfähigkeit zu-nur für 6 V, später für 12 V herstellen konnte. Die rikaner haben die elektrische Beleuchtung schon 1908 1910 eingeführt und mußten dafür 6 V-Lampen ver-len; als man 1913 den Anlasser einführte, hatte sich 6 V-Beleuchtung schon so fest eingebürgert, daß man Nachteile für das Anlassen in den Kauf nahm, um so , als die übermäßig großen Batterien, die für die Dyna-mit Stromreglung ohnehin gebraucht wurden, das ssen erleichterten. In Europa führte man dagegen die rische Ausrüstung mit vom Motor angetriebener amo erst ein, als es bereits brauchbare 12 V-Metall-lampen gab. Die Wahl der Spannung stand somit und man gab mit Rücksicht auf den Anlasser der -Anlage den Vorzug.

Bei mittleren Wagen und 6 V-Anlassern treten Ströme zu 500 A und darüber auf. Bei diesen Stromstärken t der Widerstand und damit der Spannungsabfall in dem Stromkreis Batterie – Anlaßschalter – Anlasser – Fahrgestell mit seinen vielen Kontaktstellen eine sehr erhebliche Rolle. Nimmt man an, daß für gleiche Anlasserleistung bei 6 V der doppelte Strom gebraucht wird wie bei 12 V[3]), so ist bei Annahme gleicher Leitungsquerschnitte der Leistungsverlust viermal so hoch, da er im Quadrat der Stromstärke steigt. Um auf den gleichen Wirkungsgrad der Übertragung zwischen Batterie und Anlasser zu kommen, müßte man die Leitungsquerschnitte viermal so groß machen, wobei jedoch die Übergangswiderstände an den verschiedenen Kontakten, Schaltern usw. noch nicht vermindert wären.

Besonders stark tritt der Spannungsabfall an den Bürsten auf; er ist für 6 V und 12 V nahezu gleich und beträgt je nach Art der Bürsten 1 bis 1,5 V. Unter Vernachlässigung der Leitungsverluste und Annahme eines mittleren Wertes von 1,25 V Spannungsabfall an den Bürsten stehen bei der 6 V-Anlage noch 79,3 vH, bei der 12 V-Anlage 89,5 vH von der Nennspannung der Batterie am Anlasser zur Verfügung. Anlasserleistung und -drehzahl sind bei 12 V dementsprechend günstiger. Da die Klemmenspannung der Batterie während des Anlassens wesentlich unter die Nennspannung sinkt, sind die Verhältnisse in der Praxis für 6 V noch ungünstiger. In Abb. 1 und 2 ist der Verlauf der Batterieklemmenspannung bei Entnahme verschieden starker Anlaßströme dargestellt, und in drei Punkten ist das Verhältnis $\frac{\text{wirksame Spannung}}{\text{Klemmenspannung}}$ in vH eingetragen. Bei *a* und *b* ist für 6 V der doppelte Strom wie für 12 V (entsprechend gleicher Leistung der Batterie in W) eingesetzt, bei *c* dagegen der Kurzschlußstrom, der bei 6 V mehr als doppelt so groß wie bei 12 V ist. Erhöhter Spannungsabfall als Folge schlechter Kontakte verschlechtert den Wirkungsgrad noch weiter. Bei einem zusätzlichen Widerstand von nur 10 vH für den 12 V-Stromkreis verschlechtert sich der Wirkungsgrad der 12 V-Anlage um 4 vH, der der 6 V-Anlage dagegen um 17,5 vH.

Bisher wurde vorausgesetzt, daß Anlasser gleicher Größe und gleichen Gewichtes für 6 V und für 12 V die gleiche Leistung aufweisen. Aus Abb. 3 geht hervor, wie sich die Leistungen von derartigen Anlassern bei 6 und bei 12 V verhalten; um einen einheitlichen Abszissenmaßstab zu erhalten, ist hierbei die Leistung der Batterie in W an Stelle der Stromabgabe in A benutzt worden[4]). Unter gleichen Bedingungen, d. h. bei Anlassern gleichen Gewichtes und Batterien gleicher Aufnahmefähigkeit in Wh, hat der 12 V-Anlasser 1,86 mkg Höchstdrehmoment gegen

[1]) Stromdichte der Kohle am Anlasser 185 bis 360 A/cm² gegen-normaler Dichte in Motoren von 30 A/cm².
[2]) In Deutschland heute 35 W, in Amerika 16 bis 18 W.

[3]) Eine Annahme, die für die 6 V-Anlage etwas zu günstig ist.
[4]) Es ist also der vierfache Leitungsquerschnitt und 1/4 des Kontaktwiderstandes angenommen, was wiederum für den 6 V-Anlasser zu günstig ist.

Abb. 1
Verlauf der Klemmenspannung an der Batterie bei Entnahme von Anlasserströmen aus einer 6 V-Batterie von 60 Ah Aufnahmefähigkeit
a, b, c wirksame Spannung in vH der Klemmenspannung

Abb. 2
Verlauf der Klemmenspannung an der Batterie bei Entnahme von Anlasserströmen aus einer 12 V-Batterie von 30 Ah Aufnahmefähigkeit
a, b, c wirksame Spannung in vH der Klemmenspannung

1,56 mkg Höchstdrehmoment des 6 V-Anlassers, entsprechend 16 vH Minderdrehmoment des 6 V-Anlassers, während die höchsten Leistungen 1,12 PS gegen 0,92 PS betragen, entsprechend 18 vH Minderleistung. Die damit gegebene höhere Anwerfdrehzahl und das gesteigerte Höchstdrehmoment bieten dem Konstrukteur größere Freiheit in der Wahl seines Schwungrades oder gestatten ihm bei gegebenem Motor eine Batterie kleinerer Leistungsaufnahmefähigkeit zu verwenden.

Die Bewährung der Anlagen mit 6 V in Amerika erklärt sich durch die Verwendung sehr großer Batterien, die mit Rücksicht auf die Dreibürsten-Dynamo notwendig sind. Diese Batterien sind größer als die in Europa zu Anlaßzwecken benutzten. Zahlentafel 1 zeigt die Aufnahmefähigkeit der 6 V-Batterien bei verschiedenen amerikanischen Personenwagen[5]).

Zahlentafel 1

Anzahl der Wagen-Bauarten	Aufnahmefähigkeit der 6 V-Batterie Ah	Wh
0	weniger als 80	weniger als 480
8	80 bis 85	480 bis 510
18	90 „ 96	540 „ 576
18	100 „ 106	600 „ 636
21	110 „ 120	660 „ 720
10	130 „ 135	780 „ 810
4	142	852
8	150 bis 170	900 bis 1020

In Europa werden trotz höheren Verdichtungsdrücken und strammerer Lagerung der Motoren für gleiche Hubräume bei 12 V meist Batterien für 40 Ah, ausnahmsweise 60 Ah, entsprechend 480 oder 720 Wh, benutzt. Wie stark die Anlasserleistung durch Verwendung größerer Batterien gesteigert wird, zeigt Abb. 4, wo die Schaulinien für den gleichen Anlasser mit 30, 40 und 60 Ah-Batterien dargestellt sind.

Zugunsten der Anlage mit 6 V wird der wesentlich geringere Preis der 6 V-Batterie gegenüber der 12 V-Batterie ins Feld geführt. Der Preis- und Gewichtunterschied ist allerdings groß, wenn man gleiche Aufnahmefähigkeit in Ah betrachtet; er wird aber unbedeutend, wenn man die Aufnahmefähigkeit in Wh, die allein von Bedeutung ist, betrachtet. Zahlentafel 2 gibt die Gewichte und die Listenpreise einer Reihe von Fahrzeugbatterien[6]) an, und zwar nach ihrer Leistung in Wh geordnet.

Die doppelte Zellenzahl bei 12 V bedingt eine größere Anzahl von Zellengefäßen, Verbindungen usw., so daß Preis und Gewicht der 12 V-Batterie höher sind als die der 6 V-Batterie. Zieht man jedoch die außerordentlich hohen Rabattsätze in diesem Geschäftszweig in Betracht, sich, daß der Unterschied bei dem Gesamtpreis d trischen Ausrüstung sehr gering ist.

[5]) „Automotive Industries" Bd. 56 (1927) S. 245.
[6]) Varta-Akkumulatoren, Listenpreise ohne Rabatte, Gewichte mit Säure.

Abb. 3
Vergleich zwischen 6 und 12 V-Anlasser gleichen Gewichtes, aufgenommen bei gleicher Aufnahmefähigkeit der Batterie in Wh. Der 12 V-Anlasser mit 40 Ah bei 12 V ergibt 480 Wh; der 6 V-Anlasser mit 80 Ah bei 6 V ergibt 480 Wh; Dmr. 112 mm, wirksame Gehäuselänge 115 mm.

Zahlentafel 2

Leistungs-Aufnahmefähigkeit[7]) Wh	Aufnahmefähigkeit Ah bei 6 V	12 V	bei 6 V[8]) Gewicht kg	Preis ℳ	bei 1 Gewicht kg
240	40	20	15,4	78,—	17,6
360	60	30	20,6	98,—	25,1
480	80	40	18,5	88,—	29,8
588	—	49	—	—	26,6
690	115	—	22,6	131,—[10])	—
720	—	60	—	—	40,2
840	140	—	25,2	144,—[10])	—

Als weiterer Vorteil der 6 V-Anlagen wird lässigkeit einer schwächeren Isolation angeführt. jedoch bei diesen Spannungen ausschließlich durch nische Rücksichten bestimmt wird, ist es gleichgült oder 12 V verwendet werden. Auf Grund der VDE lien ergibt sich für die 6 V-Maschine eine Prüfsp von 512 V, für die 12 V-Maschine 524 V[11]).

Der Vorteil der Spannung von 6 V für die Lar bereits erwähnt; sie gestattet auch die Verwendung k Lampen, als sie zur Zeit für 12 V hergestellt Weiterhin lassen sich die Zündspulen der Batteriez bei 6 V für eine etwas niedrigere Leistungsaufna bei 12 V herstellen. Dafür erreicht man aber mit d Spule höhere Motordrehzahlen.

Die 6 V-Anlage bietet somit den Vorteil einer leichteren und billigeren Batterie und widerstandfä Lampen, die 12 V-Anlage dagegen den Vorteil we größerer Anlasserleistung bei gleicher Anlassergröß können für 12 V kleinere Leitungsquerschnitte ve werden, und die Anlage ist gegen schlechte Kontak Verbindungen weniger empfindlich. Für große M oder dort, wo mit schwerem Anlassen zu rechnen i bei großer Kälte, wird die 12 V-Anlage den Vorzu dienen.

Spannungs- oder Strom-(Dreibürsten-)Regelung Lichtmaschine?

Die Lichtmaschine eines Kraftwagens arbeitet starken Schwankungen der Belastung und der Dr so daß besondre Reglungsvorrichtungen notwendi um die Eigenart der elektrischen Maschinen den B bedingungen anzupassen.

Abb. 5 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild der elekt Ausrüstung eines Kraftfahrzeuges unter Fortlasse Anlassers und der Zündvorrichtung. Die Anlage

[7]) Bezogen auf Nennspannung und Entladung in 10 h.
[8]) In leichter Ausführung mit Blechkasten.
[9]) In schwerer Ausführung mit Holzkasten.
[10]) Billige Ausführung ohne Anschlußklemme.
[11]) Die Standards of the Soc. Automotive Engs., Handb. S S. B 31, 41–43a, geben nur Vorschriften über mechanische F und Widerstandfähigkeit gegen Öl und verlangen für die anlage eine Prüfspannung von 500 V.

Abb. 4
Kennzeichnende Schaulinien für den gleichen 12 V-An bei Speisung aus einer 30-, 40- und 60 Ah-Batterie. beachten ist die wesentliche Steigerung der Leistun Verwendung einer größeren Batterie.)

Abb. 5
ereinfachtes Schaltld einer elektrischen nlage für Krafthrzeuge (Anlasser nd Zündvorrichtung fortgelassen)
Stromverbraucher
Dynamo
selbsttätiger Schalter
Batterie
Schaltkasten

den Stromverbrauchern eist Lampen und Hupe, Dynamo *b* mit zugegem selbsttätigem Schal- *c*, der Batterie *d* in llelschaltung zur Dyo, und aus einem Schalten *e*, mit dem man die nverbraucher nach Beein- und ausschaltet. positiven Klemmen der rie und der Dynamo len durch isolierte Drähte verbunden, zur Rückleitung n die Maschinenteile und der Rahmen des Fahrlls, die Masse (Erde). Der Schalter *c* schaltet die amo, sobald ihre Spannung bei zunehmender Drehzahl Netzspannung erreicht hat, auf die Batterie oder das und löst diese Verbindung, sobald bei sinkender Dreh die Dynamospannung unter die Nennspannung geen ist, damit die Entladung der Batterie über die amo verhindert wird.

Die Stromverbraucher, Lampen usw., bedürfen einer hernd gleichbleibenden Spannung. Die Batterie dagedie während der Zeit, in der sie selber keinen Strom ie Lampen abgibt, ebenfalls als Stromverbraucher anhen ist, bedarf einer in gewissen Grenzen veränden Spannung; ihre Lade- und Betriebsbedingungen benen das Regelverfahren.

In Personenkraftwagen werden fast ausschließlich Schwefelsäure-Akkumulatoren verwendet. Diese Batn haben geladen eine Spannung von 2,0 bis 2,2 V/Zelle, ntladenen Zustand eine Spannung von 1,8 V/Zelle. Zur adung bedürfen sie einer Spannung, die von 2,3 V/Zelle ntladener Batterie auf 2,6 bis 2,7 V/Zelle bei geladener rie ansteigt. Dem elektrischen Ladevorgang entspricht chemische Umänderung, wobei das Bleisulfat der enten Batterie wieder in Bleisuperoxyd und Bleischwamm andelt wird. Diese Umänderung schreitet von der fläche der Platte nach innen vor. Da sich der Vor- im Innern infolge der vorgelagerten bereits umgelelten Masse und der dadurch bedingten Erschwerung Säureausgleichs nur langsamer vollziehen kann als an Oberfläche und da ferner die umwandelbare Menge von sulfat mit zunehmender Ladung abnimmt, soll der strom mit zunehmender Ladung abnehmen. Ist der strom höher als der chemischen Umwandlung entht, so wird der Stromüberschuß dazu benutzt, das ser des Elektrolyten zu zersetzen. Dieser als „Gasen" nnte Vorgang lockert die wirksame Masse der Platten, aß sie aus den Gittern ausgeschwemmt wird und sich Schlamm am Boden des Batteriegefäßes ablagert. Das sulfat hat bei längerem Stehen der Batterie die Neigung, sich zu größeren Kristallen umzulagern, die der chemischen Umwandlung bei der Ladung erheblichen Widerstand entgegensetzen; die Aufladung geht um so leichter vor sich, je feiner verteilt das Bleisulfat ist. Die Batterie soll daher dauernd im vollgeladenen Zustand erhalten werden; um bei stark entladener Batterie die Volladung möglichst rasch wieder zu erreichen, ist ein möglichst kräftiger Ladestrom anzustreben. Die Bedingungen, die für eine lange Lebensdauer der Batterie und für größte Betriebssicherheit zweckmäßig sind, lassen sich dahin zusammenfassen:

1. starker Ladestrom, wenn die Batterie tief entladen ist,
2. allmähliches Sinken des Ladestromes, wenn die Batterie sich ihrem vollen Ladezustand nähert,
3. Durchladen der Batterie mit erhöhter Spannung, um sicher vollständige chemische Umwandlung zu erzielen.

Diesen Ladebedingungen soll die Dynamo angepaßt sein.

Die Dynamos sind allgemein als Nebenschlußmaschinen ausgeführt, deren Spannung ohne Reglung mit der Drehzahl steigt oder fällt. Mit Rücksicht auf die Lampen darf jedoch die Höchstspannung die Nennspannung höchstens um 25 vH überschreiten, während die Drehzahlen der Maschine zwischen etwa 700 Uml./min (Drehzahl, bei der die Dynamo durch den selbsttätigen Schalter an das Netz gelegt wird) und 5000 bis 6000 Uml./min schwanken; d. h. einem Spannungsverhältnis von 1 : 1,25 entspricht ein Drehzahlverhältnis von 1 : 7 bis zu 1 : 8,5. Die Regelung muß also für sehr weit auseinandergehende Bedingungen ausreichen; über die zweckmäßigste Art der Regelung streitet man zur Zeit noch.

An sich würde die parallel geschaltete Batterie die Reglung übernehmen können; denn sie drückt ihre Klemmenspannung der Gesamtanlage auf und ändert sie bei verschieden starken Ladeströmen nicht übermäßig. Diese Reglungsart hätte jedoch Zerstörung von Maschinen und Batterien zur Folge[12]). Die Möglichkeit, die Batterie zur Spannungsreglung heranzuziehen, besteht jedoch, wenn durch geeignete Vorkehrungen der Ladestrom auf irgendeinen bestimmten ungefährlichen Höchstwert begrenzt wird. Das ergibt die Reglung auf annähernd gleichbleibenden Strom, kurz S t r o m r e g l u n g genannt, für die hauptsächlich die Dreibürstenmaschine dient.

Aus der Tatsache, daß die Batterie hierbei eigentlicher Träger der Spannung ist und daß die Regelvorrichtung an der Dynamo lediglich dazu dient, den Ladestrom zu begrenzen, geht hervor, daß dieses Verfahren immer einer im brauchbaren Zustand befindlichen Batterie bedarf, um die

Abb. 8
Schaltung einer Lichtmaschine mit Stromreglung durch Hilfs- („dritte")Bürste

[12]) Die Spannungsunterschiede sind außerdem größer als die Metallfadenlampen zulassen.

Abb. 6
Verlauf des Feldes einer Dreibürstenmaschine bei Leerlauf

Abb. 7
Verlauf des Feldes einer Dreibürstenmaschine bei Belastung

Abb. 9
Lichtmaschine mit Stromreglung durch dritte Bürste
a Anker *b* Polschuh *c* Erregerwicklung *d* Kohlenbürste *e* Kollektor *f* Sicherung

Abb. 10
Regelkurven verschiedener Dreibürstenmaschinen (Ladestrom in Abhängigkeit von der Drehzahl)

Abb. 11
Schaltung einer Lichtmaschine mit Spannungsreglung durch Tirillregler

k_1, k_2, k_3 Kontakte
f Feder
s_1 Spannungswicklung
s_2 Stromwicklung

Spannung gleichbleibend halten zu können, und daß ohne brauchbare Batterie die Spannung mit der Drehzahl steigen oder fallen würde.

Im Gegensatz zur Stromreglung steht die **Spannungsreglung**, bei der ohne Rücksicht auf den abgegebenen Strom die Spannung der Maschine durch Vorrichtungen, die völlig unabhängig von der Batterie unmittelbar auf die Felderregung wirken, gleichbleibend gehalten wird. Der Zustand der Batterie selbst, sogar deren völliges Fehlen, bleibt also ohne Einfluß auf die Spannung[13]).

Bei der Dreibürstenmaschine geschieht die Reglung in folgender Weise: Das Erregerfeld, das bei Leerlauf der Maschine gradlinig von Pol zu Pol verläuft, Abb. 6, verschiebt sich bei Belastung der Maschine in der Drehrichtung des Ankers, wie in Abb. 7 angedeutet, und zwar um so mehr, je höher die Drehzahl oder der aus der Maschine entnommene Strom ist. Man schließt nun das Netz an die beiden Hauptbürsten der Maschine an, die Nebenschlußerregerwicklung jedoch an eine Hauptbürste und eine Hilfsbürste, die sog. dritte Bürste, die in der Drehrichtung des Ankers gesehen vor dieser Hauptbürste liegt, Abb. 8 und 9.

Zwischen den Hauptbürsten herrscht dann die volle, dem gesamten Erregerfluß entsprechende Spannung; die Erregerwicklung erhält dagegen nur die Teilspannung, die zwischen Haupt- und Hilfsbürste auftritt, und die mit wachsender Drehzahl oder Stromentnahme sinkt. Mit der sinkenden Feldspannung vermindert sich aber auch der Erregerstrom, und zwar ist diese Verminderung so stark, daß bei hohen Drehzahlen der Lichtmaschine der Strom nicht nur nicht zunimmt, sondern sogar unter seinen Wert bei niedrigen Drehzahlen sinkt. Das kennzeichnende Verhalten verschiedener Dreibürstenmaschinen ist aus dem Schaubild, Abb. 10, zu ersehen. Durch entsprechende Gestaltung der Wicklungen usw. kann dieses Verhalten in gewissen Grenzen verändert werden, aber die grund-

[13]) Die benutzten Regler sind allgemein Zitterregler nach dem Tirill-Verfahren.

legende Eigenschaft, daß der Strom bei steigender zahl sinkt, haben alle Dreibürstenmaschinen, die zu auf dem Markt sind.

Bei Maschinen mit Spannungsreglung wird ein Regler, grundsätzlich gleich dem bei Großmaschine nutzt. Dieser Regler steht in Abhängigkeit von de schinenspannung und schaltet je nach Bedarf Widerstand vor die Erregerwicklung oder schlie kurz. Das Schaltbild einer derartigen Maschine is Abb. 11 zu ersehen. Die Reglung spielt sich dabe folgt ab: Bei niedrigen Drehzahlen ist der K k_1-k_2 durch die Feder f geschlossen, und die Feld lung erhält die volle Bürstenspannung der Mas Steigt die Drehzahl, so daß sich die Spannung e dann wird durch die Wicklung s_1 eines Elektromag der Anker betätigt, der den Kontakt k_1-k_2 öffnet un Erregerstrom zwingt, seinen Weg über die Feldwic und den Widerstand zu nehmen. Es tritt also Schwächung des Feldstromes und damit eine Schwä der Maschinenspannung ein. Steigt die Drehzahl höher, so bewirkt die Wicklung s_1 weiteres Anziehe Ankers, d. h. Schließung des Kontaktes k_2-k_3, wo die Erregerwicklung kurz geschlossen wird und die nung wiederum sinkt. Dieses ganze Reglerspiel ge großer Geschwindigkeit vor sich, so daß bei nied Drehzahlenbereich der Kontakt k_1-k_2 fortwähren öffnet und geschlossen, bei höheren Drehzahlen der takt k_2-k_3 geschlossen und geöffnet wird. Abb. 12 einen Schnitt durch einen Tirill-Regler, Abb. 13 b zeigen Lichtmaschinen mit Spannungsregler.

Der beschriebene Regler würde auf völlig g bleibende Spannung regeln. Bei Fahrt mit weit en ner Batterie und voller Beleuchtung bestünde dabe Gefahr, daß die Lichtmaschine überlastet würde. dem vorzubeugen, erhält der Spannungsregler eine z vom Maschinenstrom durchflossene Spule s_2, die

Abb. 12
Schnitt durch einen Tirill-Spannungsregler

Abb. 13
Schnitt durch eine Lichtmaschine mit Spannungsregl
a Anker *b* Bürsten *c* Erregerwicklung *d* Kollekto
e Polschuh *f* Regler

Abb. 14
Lichtmaschine mit Reglerschalter

Abb. 15
Lichtmaschine mit getrenntem Regler und Schalter

ungsspule entgegenwirkt und eine Reglung auf igere Maschinenspannung und somit eine Minderung adestromes herbeiführt. Diese Art der Reglung als n a c h g i e b i g e Spannungsreglung bezeichnet. Abb. 16 ist das Verhalten einer Maschine mit Spanreglung ersichtlich; die Wirkung der nachgiebigen ng ist in Abb. 17 dargestellt. Der Spannungsverst für den ganzen Drehzahlbereich annähernd gleich. ie abweichenden Eigenschaften der beiden Regarten gehen aus Abb. 18 und 19 sowie 20 und 21 herdiese Abbildungen beziehen sich auf 6 V. In den 19 und 21 ist die Belastung durch den Lampenstrom) eingezeichnet. Zur Betrachtung gelangen folgende bszustände:

ahrt ohne Beleuchtung mit voller Batterie, Abb. 18,
„ mit voller Beleuchtung und voller Batterie, Abb. 19,
„ ohne Beleuchtung mit leerer Batterie, Abb. 20,
„ mit voller Beleuchtung und leerer Batterie, Abb. 21.

ie zwischen diesen Endzuständen auftretenden Ladende der Batterie sind ohne Einfluß auf die grundchen Überlegungen.

ei Fahrt mit voller Batterie, ohne Lampenbelastung, 18, liefert die Maschine mit Spannungreglung nur so Strom (Kurve I) in die Batterie, daß er gerade ge- die Batterie „lebendig" zu halten. Die Maschine tromreglung dagegen liefert Strom nach der Kurve II Batterie. Die ganze schraffierte Fläche *c d e f* zwi- den Kurven I und II bedeutet überschüssige Stromung, die sich lediglich durch Zersetzung des Wassers r Füllsäure äußert. Der zerstörende Einfluß einer tig dauernden Überladung auf die Platten ist am ichsten aus Abb. 22 und 23 zu ersehen.

Abb. 16
Stromstärken einer spannungsregelnden Lichtmaschine bei veränderlicher Drehzahl unter der im Kraftfahrzeug normal vorkommenden größten und geringsten Belastung

Bei Fahrt mit leerer Batterie, ohne Lampen, vollzieht sich die Ladung für die Maschine mit Spannungsreglung nach Kurve I, Abb. 20. Bei leerer Batterie geht also die Aufladung durch die Maschine mit Spannungsreglung viel schneller vor sich als durch die Maschine mit Stromreglung; denn letztere ist in ihrer Leistungsabgabe durch das Regelverfahren begrenzt. Maßstab für die Mehrleistung der Spannungsreglung ist die Fläche *c d e f* zwischen den Kurven I und II. Der Vergleich mit den ähnlichen Kurven aus Abb. 18 und 20 zeigt, daß die Leistung der Maschine mit Stromreglung beim Arbeiten auf die leere Batterie wesentlich kleiner ist als beim Arbeiten auf die volle Batterie, während das Gegenteil erwünscht wäre. In Abb. 24 ist die Ladungszunahme einer leeren Batterie in Abhängigkeit von der Zeit für die Maschinen mit Strom- und mit Spannungsreglung unter gleichen Bedingungen in vH dargestellt. Die Ladungszunahme bei Spannungsreglung ist bedeutend größer als bei Stromreglung[14]). Noch deutlicher zeigt Abb. 25 die Mehrleistung der Maschine mit Spannungsreglung.

Für die Fahrt mit voller Batterie und eingeschalteter Beleuchtung zeigt Abb. 19, daß die Maschine mit Spannungsreglung auch in die volle Batterie noch etwas Strom liefert. Ein Maßstab für diesen Strom ist die Fläche *g d e h* zwischen der Kurve I und der Geraden für den Lampenstrom. Bei der Maschine mit Stromreglung ist in diesem Fall kein schädlicher Stromüberschuß vorhanden, so daß die Batterie geschont wird[15]).

Bei Fahrt mit eingeschalteter Beleuchtung und leerer Batterie ist die Leistung der Maschine mit Stromreglung wesentlich schlechter, Abb. 21. Während die Maschine mit Spannungsreglung nach Kurve I noch ein Ladeüberschuß (Fläche *g d e h* in Abb. 21) aufweist und der Batterie noch Ladestrom zuführt, zeigt die Maschine mit Stromreglung (Kurve II der gleichen Abbildung) nur noch für einen beschränkten Drehzahlbereich einen sehr geringen Stromüberschuß (Fläche *l m n*). Bei hohen Dreh-

14) 50 vH Ladung nach 2½ h statt nach 4 h, 100 vH Ladung nach 6,5 h statt nach 7,7 h.

15) Daraus erklärt sich das in Amerika vielfach übliche Fahren mit Scheinwerfern bei Tage, weil hierbei die Batterie geschont wird.

Abb. 17
Wirkung der Stromspule bei Reglung auf nachgiebige Spannung. (Die Wirkung äußert sich in dem Sinken der Spannung bei wachsender Stromstärke.)

Abb. 18
Fahrt ohne Lampen mit voller Batterie
Fläche *c d e f* = schädlicher Stromüberschuß der Dynamo mit Stromreglung

Abb. 20
Fahrt ohne Lampen mit leerer Batterie
Fläche *c d e f* = Mehrleistung der Dynamo mit Spannungsreglung

Abb. 19
Fahrt mit Lampen und voller Batterie
Fläche *n h f* = Entladung der Batterie bei hoher Drehzahl infolge ungenügender Leistung der Dynamo mit Stromreglung
Fläche *g d e h* = Ladestrom der Dynamo mit Spannungsreglung
„ *l m n* = „ „ „ „ Stromreglung

Abb. 21
Fahrt mit Lampen und leerer Batterie
Fläche *n h f* = Entladung der Batterie bei hoher Drehz folge ungenügender Leistung der Dynamo mit Strom
Fläche *g d e h* = Ladestrom der Dynamo mit Spannungs
„ *l m n* = „ „ „ „ Stromreglu

Abb. 18 bis 21.
Kennzeichnende Eigenschaften der Strom- und der Spannungsreglung

zahlen ist überhaupt kein Stromüberschuß mehr vorhanden, sondern die schon tief entladene Batterie muß noch Strom an die Verbraucher abgeben (Fläche *nhf*). Bei teilweise entladener Batterie, z. B. nach langem Stehen mit brennenden Lampen, besteht nicht mehr die Möglichkeit, die Geschwindigkeit des Wagens bei der Nacht voll auszunutzen; denn die Spannung der entladenen Batterie ist für ausreichende Beleuchtung zu gering. Bei der

Abb. 24
Ladungszunahme in vH in Abhängigkeit von der Zeit bei leerer 6 V-Batterie von 60 Ah Aufnahmefähigkeit

Abb. 22 Abb. 23
Positive Platten aus Kraftfahrzeugbatterien
Abb. 22
Platte aus einer Batterie mit spannungsregelnder Lichtmaschine nach 25 000 km Fahrt
Abb. 23
Platte aus einer Batterie mit stromregelnder Lichtmaschine nach 9000 km Fahrt. Beide Batterien mit regelmäßiger und sorgfältiger Wartung; bei der Platte, Abb. 23, etwa 10 mal so viel Wasser nachgefüllt wie bei der Platte, Abb. 22.

Maschine mit Spannungsreglung sinkt die Spannun im äußersten Falle nicht unter die Nennspannung, die Lampen mit voller Lichtstärke leuchten.

Eine weitere ungünstige Eigenschaft der Ma mit Stromreglung ist die Empfindlichkeit gegen Erh des Widerstandes im Ladestromkreis, z. B. durch sch Kontakte. In Abb. 26 sind die Stromkurven einer bürstenmaschine mit einer 60 Ah-Batterie für no Ladestromkreis und für zusätzliche Widerstände 0,1 Ohm und 0,2 Ohm zwischen Maschine und B dargestellt. Es zeigt sich, daß Strom und Spannung stark anwachsen und daß die Spannung Werte er die für die Lampen außerordentlich nachteilig sind. erhöhte Strom birgt in sich die Gefahr einer unzulä Überlastung der Maschine und einer besonders sch Zerstörung der Batterie.

Abb. 25
Stündliche Aufnahme an Elektrizitätsmenge in Ah bei der Ladung einer 6 V-Batterie von 60 Ah Aufnahmefähigkeit

rkehrungen, die die Nachteile der Stromreglung n, z. B. ein Thermostat, der einen Widerstand vor egung schaltet, dienen in der Hauptsache dem Schutz schinen und bieten keine Hilfe gegen die Unzulängt der Maschinen für die Aufladung der Batterie.

e Dynamo mit Spannungsreglung bietet somit ganz ende Vorteile, die darin bestehen, daß die Batterie lich geringerer Wartung bedarf, eine längere Leuer hat und daß selbst bei beschädigter oder ganz der Batterie der Wagen noch voll betriebfähig Bei der Dreibürstenmaschine ist ein Betrieb Batterie völlig unmöglich und die Betriebfähigkeit agens ist somit ganz von der Batterie abhängig. Vorzüge der Maschine mit Spannungsreglung werden von andrer Seite anerkannt[17]).

gunsten der Maschinen mit Stromreglung wird oft hrt, daß sie billiger sind als Maschinen mit teuren ngsreglern; deshalb müßten ihre Nachteile in Kauf men werden.

n Bedeutung ist aber nicht der Preis der einzelnen der elektrischen Ausrüstung, sondern der Gesamtder allein für die Beurteilung der einen oder der Bauart maßgebend sein kann. Die Größe und sten der Wagenbatterie sollten allein durch die Aningungen bestimmt werden. Bei Stromreglung beman aber einer größeren Batterie als sie zum en des Wagens erforderlich wäre. So schreibt eine deutsche Fabrik, die sich besonders für die eglung einsetzt, eine Batterie von mindestens vor, ohne Rücksicht auf die Größe des Wagens; die ien amerikanischer Wagen sind vielfach noch grö- Für das Anlassen n aber Batterien 0 bis 80 Ah, oft noch weniger. Diese n Batterien kann wohl bei Spannungsg verwenden, wähsie bei Maschinen Stromreglung frühzerstört werden. Die en Batterien sind ur durch die Stromg bedingt; ihre osten fallen der o zur Last. Unter

Meist ist noch genug g vorhanden, um die g zu betätigen, wenn mit d angeworfen wird; bei lsteigerung liefert die den notwendigen Zünd- Fehlt die Batterie ganz. sich der Wagen auch ann.

Vergl. z. B. A. Touvy: age des dynamos d'auto- „Omnia" 1927 S. 217 u. 579; obile Electricity" Bd. 2 33; „L'auto Italiana" Bd. 7 5; „Journ. Soc. Aut. Eng." 1925) S. 573.

Benutzung der Listenpreise bekannter Firmen[18]) gelangt zu folgendem Kostenvergleich:

Batterie 60 Ah, 6 V 98 M	Batterie 115 Ah, 6 V 131 M
Lichtmaschine mit Spannungsreglung, 75 W Nennleistung (130 W Höchstleistung) . . . . 110 „	Lichtmaschine mit Stromreglung, 17 A Höchststrom . . . . . 77 „
Gesamtpreis 208 M	Gesamtpreis 208 M

Dabei hat die Maschine mit Spannungsreglung eine Höchstleistung von 130 W bei allen Ladezuständen, während die Maschine mit Stromreglung eine Höchstleistung bei voller Batterie von 100 W, bei leerer Batterie aber nur von 85 W hat. Die Anlage mit Stromreglung ist also in ihren Gesamtkosten nicht billiger als die mit Spannungsreglung. Erstreckt man den Vergleich auf Kleinwagen, bei denen die Leistung des Anlassers geringer sein kann, so genügt eine 40 Ah-Batterie an Stelle einer 115 Ah-Batterie, und es ergibt sich folgender Preisvergleich:

Batterie 40 Ah, 6 V 78 M	Batterie 115 Ah, 6 V 131 M
Lichtmaschine mit Spannungsreglung, 75 W Nennleistung . 110 „	Lichtmaschine mit Stromreglung, 100 W Höchstleistung . 77 „
Gesamtpreis 188 M	Gesamtpreis 208 M

Bei Kleinwagen ergibt sich also sogar ein Minderpreis der Anlage mit Spannungsreglung.

Bei einem genauen Vergleich zeigt sich, daß die Anlage mit Stromreglung im Preis nicht so vorteilhaft ist, wie immer behauptet wird; ihre Nachteile kommen in der Erhöhung der Unterhaltungskosten des Wagens zum Ausdruck. In den Vereinigten Staaten von Amerika sieht man vor allem auf niedrige Anschaffungspreise. Nach kurzer Zeit (nach zwei, höchstens drei Jahren) werden die Wagen vom Erstkäufer weiterverkauft; die Unterhaltungskosten spielen nicht die ausschlaggebende Rolle wie bei uns. In Deutschland ist die Benutzungsdauer des Wagens wesentlich länger als in Amerika. Der deutsche Käufer bedarf infolge seiner geringen Kapitalkraft längere Zeit zur Abschreibung der immerhin beträchtlichen Kosten eines Kraftwagens und muß verlangen, daß der Wagen für diese Zeit, wenn er sachgemäß gepflegt wird, ohne hohe Unterhaltungskosten betriebfähig bleibt. Die Unterhaltungskosten der elektrischen Anlage entstehen aber zum allergrößten Teil durch Ersatz der Batterie, und es ist deshalb falsch, eine Anlage zu verwenden, die in der Anschaffung nicht billiger ist und sogar erhöhte Unterhaltungskosten verursacht.

(Schluß folgt.) [B 504]

[18]) Für die Dynamo: Robert Bosch, A.-G., Stuttgart; für die Batterie: Varta, Abteilung der Accumulatorenfabrik A.-G., Berlin.

Abb. 26
Ladestrom und Spannung in Abhängigkeit von der Drehzahl bei verschiedenen Widerständen in den Leitungen. Dynamo: 6 V, 900 Uml./min, 75 W; Batterie: 60 Ah, 6 V.

Die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive

Von O. Günther, Oberingenieur der Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen a. N.

Wirtschafts- und Betriebsbedingungen für den Bau von Diesellokomotiven — Beschreibung unmittelbar angetriebener Diese... lokomotiven — Der Wirkungsgrad verschiedener Lokomotiven bei gleichen Betriebsverhältnissen auf der Strecke — Nachwe... der Wirtschaftlichkeit der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive gegenüber andern Lokomotiven

Die erste größere Diesellokomotive wurde als eine unmittelbar angetriebene Lokomotive von den Firmen Gebrüder Sulzer und A. Borsig in den Jahren 1910/12 für die ehemalige preußische Staatsbahn gebaut. Ihr Mißerfolg, der durch den zu schwachen Motor, ungenügende Hilfseinrichtung zum Anfahren und Bergfahren und besonders durch das Anlassen des Motors unter Last verursacht wurde, aber nicht auf die unmittelbare Übertragung des Drehmomentes von dem Motor auf das Lokomotivrad zurückgeführt werden kann, führte zum Bau von Diesellokomotiven, bei denen die Leistung des Motors unabhängig von der Drehzahl des Lokomotivrades übertragen wird.

Diese Übertragungen, elektrisch, mit Flüssigkeitsgetriebe oder mit Druckluft, sowie der mechanische Antrieb mit Zahnrad-Wechselgetriebe befähigen die Diesellokomotive zu einer Anpassung an jetzige Betriebsforderungen, wie sie die Dampflokomotive und die rein elektrische Lokomotive aufweisen. Eine solche Übertragung wiegt jedoch im allgemeinen mehr als der Motor selbst und verringert die Brennstoffausnutzung der Lokomotive so, daß sie wirtschaftlich nur unter besonderen Verhältnissen gegen die Dampflokomotive oder den elektrischen Antrieb aufkommen kann.

In Deutschland kostet 1 t Gasöl von 10 000 kcal/kg annähernd 3,9 mal so viel wie 1 t Lokomotivkohle von 6700 kcal/kg ab Zeche oder Hafen einschließlich der Fracht von 400 km. 1 kcal Gasöl kostet also das 2,6 fache von 1 kcal Kohle. Nutzt dann die Dampflokomotive auf einer bestimmten Strecke 7 vH der Wärme aus, so müßte die Wärmeausnutzung der Diesellokomotive auf der gleichen Strecke 18,2 vH betragen, wenn die Betriebskosten beider Lokomotiven auch sonst gleich wären. Sie sind aber, wie im weiteren dargelegt wird, für die Diesellokomotive bedeutend höher. Wenn sich z. B. die gesamten Betriebskosten der Diesellokomotive mit denen der Dampflokomotive gleichstellen sollen, so muß bei einem 2½fachen Preise der Diesellokomotive und bei einer Anpaßfähigkeit und Wärmeausnutzung wie bei der elektrischen Übertragung die jährliche Nutzleistung u... Drittel höher sein als bei der Dampflokomotive, od... mittlere Wirkungsgrad dieser Diesellokomotive ... auf einer Strecke, wo die neuzeitliche Dampfloko... 7 vH aufweist, rd. 23 vH betragen.

Abb. 1 Leistungslinien verschiedener Lokomotivarten

Selbst dann wird die Diesellokomotive ... ihres höheren Preises nur eingeführt werden, we... die Dampflokomotive in der Leistung und Anpaßfäh... übertrifft. Diese ist aus baulichen Gründen ein ... erzeuger von annähernd gleichbleibender Leistu... den gewöhnlichen Fahrgeschwindigkeiten. Ihre Le... steigt bei voller Ausnutzung der Radreibung im V... nis zur Fahrgeschwindigkeit in der Regel bis ... 30 vH der Höchstgeschwindigkeit und ist in Abb. 1 ... die Linie L veranschaulicht, die bei dieser Geschw... keit nach der Wagerechten in die Linie annähernd ... bleibender Leistung abbiegt. Den nahezu gleichen...

Abb. 2 und 3

der Leistungslinie hat die mittelbar angetriebene llokomotive. Dagegen steigt die Leistung der eleken Lokomotive, die gewöhnlich nur durch die Erung des Antriebmotors begrenzt wird, bis nahezu der Höchstgeschwindigkeit und die der unmittelbar riebenen Diesellokomotive noch weiter steil an, da Motor so bemessen werden kann, daß das Reibungsht der Lokomotive bis zum Radschleudern ausgewird. Beim unmittelbaren Antrieb der Dieselloko- e kann folglich die größte Beschleunigung erzeugt eine gleichbleibende Fahrgeschwindigkeit auch auf ıngen eingehalten werden.

ei der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive, 2 bis 5, sind die beiden im Rahmen befestigten Momit ihren parallel zu den Lokomotivachsen liegenurbelwellen nach D o b r o w o l s k i an den Wellenmit Kupplungen[1]) versehen, die das Leeranlassen otors oder die Leerfahrt der Lokomotive, sowie das halten der Motoren teilweise oder voll gestatten.

ei der Kupplung, Bauart Lohmann & Stolterfoht, Witten a. d. Ruhr, Abb. 6, ist einesteils die Miterscheibe *a* an der Motorwelle *b* befestigt und aneils die Kurbelscheibe *c* in der Motorwelle *b* und Tragarm *d* drehbar gelagert. In der dargestellten der Hebel *e* und *f* ist die Motorwelle *b* mit dem an Zapfen *g* angreifenden Triebwerk der Lokomotivgekuppelt, indem die Federn *h* einerseits auf den *i* und anderseits über den Ring *k* die Hebel *e* und *f* en Ring *l* der Mitnehmerscheibe drücken, so daß die eläge der Ringe *i* und *l* auf die Kurbelscheibe *c* und it ihr verbundenen Ring *n* das Drehmoment über1. Die Ringe *i* und *l* sind durch Keile *o* gegen n auf der Scheibe *a* gesichert. Der Hebel *e* liegt in Abb. 6 gezeichneten Stellung mit der Nase *p* an dem *k* an und wird in dieser Lage durch die Spannung edern *h* gehalten.

m den Reibungsdruck, besonders beim Anfahren, zu igern, wird durch eine Schnecke die Mutter *q* geso daß die Ringschraube *r* mit dem Kugellager *s* ützring *t* und den angegliederten Hebel *e* nach ihren punktierten Stellungen hin zieht. Bei weiterer Dreder Schnecke oder Verschiebung des Stützringes *t* n die Reibbeläge vollends von der Kurbelscheibe gend der Motor vom Lokomotivrad abgeschaltet. Dabei sich die Ringe *i* und *l* gegen die Nase *u* des Keiles *o*.

[1]) DRP Nr. 446 053.

RZ 2516 Z 4 u 5

Zyl.-Dmr. . . .	410 mm	Gesamtachsstand .	14 400 mm
Kolbenhub . .	600 „	Kühlerfläche . . .	170 m^2
Treibrad-Dmr. .	1 600 „	Brennstoffvorrat .	6 t
Laufrad-Dmr. .	850 „	Reibungsgewicht . .	60 „
Fester Achsstand	5 375 „	Leergewicht . . .	113 „
		Dienstgewicht . .	122 „

Zugkraft am Radumfang bei $p_e = 5{,}5$ at	12 000 kg
Fahrgeschwindigkeit bei $n = 300$ Uml./min . . .	90 km/h
Stundenleistung beider Motoren am Radumfang bei $n = 217$ entspr. 65 km/h und $p_e = 5{,}5$ at	2 900 PS
Stundenleistung eines Motors am Radumfang bei $n = 300$ entspr. 90 km/h und $p_e = 4{,}5$ at	1 640 „

Abb. 2 bis 5
ittelbar angetriebene 2 C 2-Diesellokomotive mit zwei ierzylindrigen doppeltwirkenden Zweitaktmotoren

RZ 2516 Z 6

Abb. 6
Kupplung

a Mitnehmerscheibe
b Motorwelle
c Kurbelscheibe
d Tragarm
e, *f* Hebel
g Zapfen
h Feder
i, *k*, *l* Ringe
m Reibbelag
n Ring
o Keilsicherung
p Nase am Hebel *e*
q Mutter
r Ringschraube
s Kugellager
t Stützring
u Nase des Keiles *o*

Das Kugellager *s* hat demnach nur einen Druck beim Leerlauf der Lokomotive zu übertragen, um die Schleuderkräfte der Hebel auszugleichen, und beim Anfahren, um die Reibungskräfte zu erzeugen, während bei der gewöhnlichen Arbeitsübertragung die Kupplung selbstsperrend wirkt. Die Leistung wird mit den um 90 ° zueinander versetzten Kurbeln gleichmäßig an beiden Seiten auf die Lokomotivräder übertragen, so daß nahezu ¼ des Reibungsgewichtes der Lokomotive gewöhnlich ausgenutzt werden kann. Die Kupplung läßt 2 mm Abnutzung der Reibbeläge zu, bis der Ring *n* nachzustellen ist.

Bei den dargestellten Bauverhältnissen der Kupplung ergibt sich für die Lokomotive, Abb. 2 bis 5, mit 60 t Reibungsgewicht, dem Reibungswert 0,25 zwischen Rad und Schiene, der Flächendruck zwischen Reibring und Kuppelscheibe zu 3 kg/cm² beim Reibungswert von 0,2 an dieser Stelle. Das Drehmoment der Kupplung nimmt das vom Motor für 12 000 kg mittlere Zugkraft gebotene Drehmoment bereits beim Anfahren in allen Kurbelstellungen auf, da die Drehkraft der um 135 ° zueinander versetzten Kurbeln des Vierzylindermotors mit 90 ° Zylinderneigung während einer Umdrehung sich verhältnismäßig nur wenig ändert und die Schwungmomente der Motorwelle mit den daran befestigten Kupplungshälften den Ungleichförmigkeitsgrad $\delta = {}^1/_8$ erreichen lassen. Die beim Anfahren von der rutschenden Kupplung aufzunehmende Leistung beträgt 200 PS h, wenn die kleinste Drehzahl des Motors, bei der die Zündung noch sicher arbeitet, mit 60 Uml./min angenommen wird.

Das Anfahren eines 600 t schweren Wagenzuges auf der Wagerechten bis zu 60 Uml./min des Motors dauert annähernd 40 s und erwärmt die eine Kupplungshälfte, wenn angenommen wird, die Reibungswärme verteile sich nur auf die mitzunehmenden Ringe, Scheibe und Kurbel im Gewicht von 900 kg, um 7 °C. Deshalb ist für heiße und wasserarme Strecken, für die sich Diesellokomotiven besonders eignen, an Stelle der beschriebenen Kupplung

eine solche der Bauart Meier-Magirus mit Ölkühlung vorzuziehen, die auch bei einer Lufttemperatur von etwa 50 °C und häufigem Anfahren eine zu hohe Erwärmung der Kupplungs- und Triebwerkteile nicht aufkommen läßt und ein sanftes Ein- und Ausschalten verbürgt. Der beim Anfahren auftretenden Wärmemenge entspricht ein Brennstoffverbrauch von annähernd 2 kg, der für den Wärmewirkungsgrad der Lokomotive belanglos ist.

Die Zünddrehzahl für das Anfahren läßt sich auf die Hälfte und weiter durch Vorwärmen des Motors erniedrigen, indem das Kühlwasser im Motor bei Überdruck auf etwa 120 ° erwärmt, umgewälzt und dann nach dem Anlassen des Motors erst allmählich nach dem Kühler umgeleitet wird. Auch läßt sich die Zeit für das Anfahren durch einen höheren Zylinderdruck noch wesentlich verringern. Der für den doppeltwirkenden Zweitaktmotor, Abb. 2 bis 5, angenommene mittlere Kolbendruck von 5,5 at kann auch bei Anwendung des MAN-Spülverfahrens durch Auspuffdrosselung erhöht und die Zugkraft auf etwa 15 000 kg gesteigert werden.

Die Anordnung der Motoren beeinträchtigt den Lauf der Lokomotive nicht, da die übrigbleibenden, nicht ausgeglichenen Massenkräfte nur eine Zuckbewegung von etwa 0,7 mm und eine ebenso nicht nennenswerte Drehbewegung der Lokomotive verursachen.

Zur Beurteilung der Anpaßfähigkeit dieser Diesellokomotive sei angenommen, der mittlere Zylinderdruck der Motoren lasse sich mit der Brennstoffzufuhr wirtschaftlich nur im Verhältnis 1 : 2 ändern. Dann ändert sich die Leistung der Lokomotive, wenn sich die Hälfte der Motoren aus dem Trieb durch Kupplungen ausschalten lassen, im Verhältnis 1 : 4. Im Gefälle und besonders bei großer Geschwindigkeit kann ferner die Brennstoffzufuhr an zwei Zylindern, ohne daß dadurch die Gleichmäßigkeit des Drehmoments wesentlich beeinträchtigt ist, gestoppt werden, so daß die Leistung im Verhältnis 1 : 8 geregelt wird.

Demnach eignet sich die Diesellokomotive mit zwei kuppelbaren Motoren besonders für eine Hügellandstrecke mit großer Steigung. Für eine Flachlandstrecke kann die nur zum Anfahren des Zuges erforderliche große Zugkraft durch einen Hilfsmotor mit Übersetzung hervorgebracht und der Hauptmotor fest mit den Lokomotivrädern gekuppelt werden. Als Hilfsmotor ist dann der schwerere, in der Verbrennung im allgemeinen noch bessere Viertaktmotor anwendbar, der bei der erforderlichen Größe elektrisch angelassen und vom Führer allein gesteuert werden kann, und der die geringste Belästigung durch Abgase, insbesondere beim Anfahren der Lokomotive im Bahnhof, hervorruft. Die so gekuppelte, annähernd gleich schwere 2 C 2-Lokomotive erreicht die Zugkräfte L_1, die in Abb. 7 dargestellt sind: 15 000 kg bei den Fahrgeschwindigkeiten von 0 bis 10 km/h, 13 450 kg bei 10 bis 40 km/h, 7550 kg bei 40 bis 78 km/h und 9000 kg bei 40 bis 65 km/h mit 20 vH Aufladung von Verbrennungsluft. Nach Abb. 7 nimmt bei steigender Fahrgeschwindigkeit über 65 bzw. 78 km/h die Zugkraft entsprechend der durch den Kühler auf etwa $L_1 = 2180$ PS/h begrenzten Dauerleistung des Motors ab. Auch zeigt Abb. 7 in der gleichbleibenden Zugkraft zwischen den Fahrgeschwindigkeiten 40 und 78 bzw. 40 und 65 km/h die Überlegenheit der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive in der Beschleunigung des Zuges und der Fahrt auf Steigungen gegenüber einer gleich schweren mittelbar angetriebenen Diesellokomotive, deren größte Zugkraft bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten der gleichbleibenden Leistung von annähernd $L_2 = 1330$ PS/h entspricht. Für die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive ergibt sich die kleinste Zugkraft, wenn die Brennstoffzufuhr des Hauptmotors in der genannten Weise geregelt wird, zu $Z_{kl} = 1900$ kg, so daß sich die Grenzleistungen der Lokomotive bei den kleinen Fahrgeschwindigkeiten wie rd. 1 : 7, bei den größeren Fahrgeschwindigkeiten wie 1 : 4 und mit Berücksichtigung der Aufladung wie rd. 1 : 5 verhalten.

Bei der in Eßlingen gebauten russischen dieselelektrischen 1 E 1-Lokomotive[2]) verhalten sich, ebenfalls bei

Abb. 7
Zugkraftlinien von Diesellokomotiven
L_1 Linie der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive
L_2 „ „ mittelbar „ „

einer bestimmten Geschwindigkeit der Lokomotiv Grenzleistungen wie 1 : 4. Die elektrische Übertr nutzt also das vom Motor gegebene Verhältnis der (leistungen aus den mittleren Zylinderdrücken von 10 at und aus der Drehzahl von 2 und 7½ in der Se infolge der Unwirtschaftlichkeit bei kleinen Drehz und der Leistungsbegrenzung durch die Erregun zum kleinen Teil aus.

Bei der Dampflokomotive verhalten sich die mit Zylinderdrücke bei der größten, vom Reibungsge gegebenen Füllung und der kleinsten noch wirts lichen Füllung annähernd wie 1 : 2,6, so daß die (leistungen bei Reglerdrosselung und einer besti mittleren Fahrgeschwindigkeit sich nahezu wie 1 : halten.

Um die Wirtschaftlichkeit der unmittelbar ang benen Diesellokomotive nachzuweisen, sei sie mit e andern Lokomotiven unter gleichen Betriebverhält verglichen, und zwar mit einer 2 C 1-Heißdampflo tive, einer dieselelektrischen 2 C 2-Lokomotive, 2 C 2-Diesellokomotive mit dreistufigem Zahnradge und einer elektrischen 2 B + 2 B-Lokomotive. Ang men sei stets ein Zuggewicht von 300 und 600 t au 94 km langen Hügellandstrecke Stuttgart—Ulm, Abb

Unter den gleichen Annahmen für alle Lokomo einer größten Geschwindigkeit von 90 km/h, in der gung von 25 vT von 60 km/h, einer Bremsung 0,3 m/s² gleichbleibender Verzögerung, zweimaliger unterbrechung auf der Wagerechten, einmaliger au Steigung von 10 vT und der Vernachlässigung des mungswiderstandes, können die Gewichte, Leistunge Wirkungsgrade der verschiedenen Lokomotiven un bar miteinander verglichen werden.

Als Schublokomotive für die Steigung von 25 vT die 1 E 1-Tenderlokomotive, Gattung T_{20}, angenor deren Leistung und Verbrauch der Rostbela 450 kg/m² in 1 h nach Igel[3]) ermittelt wurde.

Der Laufwiderstand der Wagen ist nach der S t r schen Formel mit

$$W = 2{,}5 + 0{,}03 \left(\frac{V}{10}\right)^2$$

bestimmt worden.

Die Hauptverhältnisse der Lokomotiven sind in lentafel 1 wiedergegeben.

D e r W i r k u n g s g r a d d e r D a m p f l o k t i v e. Für die verglichene Dampflokomotive, di 2 C 1 - Heißdampf-Zwillingslokomotive (Einheitsba der deutschen Reichsbahn bis auf den Treibradd messer, der nur 1600 mm mißt, entspricht, ist Leistungsfähigkeit nach den Angaben von S t r a h l[4]

[2]) G. L o m o n o s s o f f: Die dieselelektrische Lokomotive; VDI-Verlag 1924. Vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 1008.

[3]) I g e l ; Handbuch des Dampflokomotivbaues; Berlin 192
[4]) G. S t r a h l: Der Einfluß der Steuerung auf Leistung, und Kohlenverbrauch der Heißdampflokomotive; Hannover-Lind

Zahlentafel 1
Die Hauptwerte verschiedener Lokomotiven

	2 C 1-Heißdampf-lokomotive	1 E 1-Tender-lokomotive	2 C 2-Diesel-elektrische Lokomotive	2 C 2-Diesel-lokomotive mit dreistufigem Getriebe	Elektrische 2 B + B 2-Lokomotive	Unmittelbar angetriebene 2 C 2-Diesel-lokomotive mit 2 kuppelbaren Motoren
ler-Dmr. . . . . mm	580	700	425	420	—	410
nhub . . . . „	660	660	470	470	—	610
rad-Dmr. . . . . „	1600	1400	1400	1600	1400	1600
fdruck . . . . at	14	14	—	—	—	—
äche . . . . m^2	4,5	4,36	—	—	—	—
äche der Feuerbüchse . . . . . . „	17	17	—	—	—	—
„ Rohre . . . . „	221	183	—	—	—	—
nte Naßdampf-Heizfläche . . . . . „	238	200	—	—	—	—
äche des Überhitzers . . . . „	100	62,5	—	—	—	—
e Umlaufzahl . . . . Uml./min	300	230	450	450	—	300
Leistung am Radumfang etwa . PS	2000	1900	1550	1670	2700	2900
leistung am Radumfang . . . . . . „	1800	1680	1380	1490	2000	2900
etzungsverhältnis des Getriebes . . .	—	—	—	1 : 5,25 1 : 3,0 1 : 1,5	1 : 2,866	—
e Geschwindigkeit . . . . km/h	90	60	90	90	90	90
ngsgewicht etwa . . . . t	60	87,5	60	60	78,6	60
tgewicht etwa . . . . „	108 68	117,5	126	126	126	122
ervorrat . . . . m^3	30	12	—	—	—	—
stoffvorrat . . . . t	10	4	6	6	—	6

t worden. Die Dampftemperatur beträgt 330 °C. Die mpfungsziffer ist bei einer Kohle von 6700 kcal, der wassertemperatur von 100 ° und der Rostbelastung 00 bis 600 kg/m²/h ermittelt worden. Die größte Zug- beträgt 12 000 kg bei der Ausnutzung des Reibungs- ntes von 60 t mit 200 kg/t. Zur Berechnung der Be- nigung ist ein Zuschlag von 10 vH des Lokomotiv- ntes für die umlaufenden Massen angenommen wor- Der Wärmeverbrauch für die ganze Fahrzeit ergibt sich bei Anwendung[5]) des von Prof. Schwaiger angegebenen zeichnerischen Verfahrens[6]) als Summe der Produkte aus Rostbelastung, Fahrzeit, Rostfläche und Kohlenheizwert und die geleistete Lokomotivarbeit für die ganze Fahrstrecke als Summe der Produkte aus Zugkraft und Fahrstrecke.

[5]) „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" Bd. 82 (1927) Tafel 6 bis 9.

[6]) Schwaiger: Elektromotorische Betriebe; Sammlung Göschen 1922.

Maßstäbe:

Fahrstrecke s . . . 1 mm = 500 m
Fahrzeit t . . . . . 1 „ = 30 s
Fahrgeschwindigkeit V . . . . . 1 „ = 2,5 km/h
Zugkraft Z . . . . 1 „ = 500 kg

Brenngeschwindigkeit B . 1 mm = 25 kg/h
$B \cdot t$ . . . . 1 „ = $\frac{1}{4,8}$ kg
$Z \cdot s$ . . . . 1 „ = 250 000 mkg

Wärmewirkungsgrad:

$$\eta = \frac{\Sigma(Z \cdot s)\frac{1}{427} \cdot 100}{\Sigma(B \cdot t) \cdot 10000} = 28{,}5\,\text{vH}$$

Heizwert des Brennstoffes 10000 kcal/kg

Abb. 8
nlinien der unmittel- angetriebenen 2 C 2- iesellokomotive mit nem Zug von 300 t Gewicht

Hieraus erhält man den Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 8,1 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 7,45 vH.

Bei Berücksichtigung des Kohlenverbrauches für Anheizen und Entschlacken mit 220 kg, bezogen auf die 94 km lange Strecke, ergibt sich der Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 7,2 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 6,9 vH.

Da die für die verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten und Belastungen in den einzelnen Streckenabschnitten eingeführten Wirkungsgrade von Maschine und Kessel nach der Strahlschen Berechnungsweise aus dem Lokomotivbetrieb abgeleitet worden sind, so stimmt auch der ermittelte Wärmewirkungsgrad mit den tatsächlich gefundenen Werten überein.

Zahlentafel 2

	Wagengewicht t	Wärmewirkungsgrad vH	Fahrzeit min	Lokomotivgewicht t	Stundenleistung bei Bergfahrt PS
Dampflokomotive	300	7,2	74,3	rd. 160	1220
	600	6,9	92,0	„ „	1390
Dieselelektrische Lokomotive	300	21,2	74,2	126	1010
	600	20,5	91,8	„	1230
Diesellokomotive mit dreistufigem Zahnradgetriebe	300	24,9	77,8	126	1020
	600	26,7	95,3	„	1170
Elektrische Lokomotive	300	8,4	72,9	126	1270
	600	8,4	80,4	„	1650
Unmittelbar angetriebene Diesellokomotive	300	28,5	72,5	122	1260
	600	28,2	78,0	„	1740
Unmittelbar angetriebene Diesellokomotive mit Abwärmeverwertung	300	31,9	70,9	130	1360
	600	32,0	75,1	„	1920

Der Wirkungsgrad der dieselelektrischen Lokomotive. Ebenso sind für die dieselelektrische Lokomotive zur Bestimmung der Leistung und Wärmeausnutzung Betriebsergebnisse zugrunde gelegt. Aus den Ergebnissen der Versuche der russischen dieselelektrischen 1 E 1-Lokomotive auf dem Prüfstand in Eßlingen[7]) lassen sie sich bei den gleichen Motorkennlinien, jedoch unter Annahme entsprechend verstärkter Motoren und geänderter Zahnradübersetzung, ableiten. Nach dem Schwaigerschen Verfahren ergibt sich der Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 21,2 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 20,5 vH.

Der Wirkungsgrad der Diesellokomotive mit dreistufigem Zahnradgetriebe. Nach dem gleichen Verfahren und denselben Motorkennlinien wie bei dieselelektrischen Lokomotiven ergibt sich der Wirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 24,9 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 26,7 vH.

Der Wirkungsgrad der elektrischen Lokomotive. Zugkraft und Wirkungsgrad der elektrischen 2 B + B 2-Lokomotive mit zwei Doppelmotoren von je zweimal 500 PS Dauerleistung sind aus Prüfstandergebnissen von dem Einphasen-Wechselstrommotor von Brown, Boveri & Cie., Bauart ELM 86/12[8]), entwickelt. Der zusätzliche Leistungsverbrauch des Getriebes, der Blindwellen, Kuppelachsen und Zahnradübersetzung beim Arbeiten unter Last ist mit 5 vH der Motorleistung und der Leerlaufwiderstand der Lokomotive auf der Wagerechten mit

3,2 kg für 1 t Lokomotivgewicht bei 0 km/h
3,65 „ „ 1 t „ „ 20 „
4,7 „ „ 1 t „ „ 40 „
6,40 „ „ 1 t „ „ 60 „
8,85 „ „ 1 t „ „ 80 „
10,3 „ „ 1 t „ „ 90 „

Geschwindigkeit berücksichtigt. Zur Berechnung der Beschleunigung ist ein Zuschlag von 35 vH des Lokomotivgewichtes für die umlaufenden Massen angenommen worden. Mit Hilfe der Bahnkennlinien ergibt sich der mittlere Wirkungsgrad des Motors für den 300 t schweren Wagenzug sowohl wie für den 600 t schweren Wagenzug zu 85,4 vH. Wird der Kohlenheizwert im Kraftwerk nach Landsberg[9]) mit 13,9 vH in elektrische Leistung umgewandelt, der Wirkungsgrad der Kraftübertragung von der Sammelschiene im Kraftwerk bis zum Stromabnehmer der Lokomotive mit 75 vH und der Wirkungsgrad des Transformators mit 94 vH angenommen, so beträgt der Wärmewirkungsgrad der elektrischen Lokomotive 8,4 vH.

Der Wirkungsgrad der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive mit zwei kuppelbaren Motoren. Für die 2 C 2-Dies motive ist gleichfalls die Kennlinie des Motors de sischen dieselelektrischen 1 E 1-Lokomotive zugrun legt, mit dem Unterschied, daß die Normalleistu Motors bei 300 Uml./min erreicht wird und die zahlen des Motors in 1 s

von 1,43 2,14 2,86 3,57 4,29 5,
denen des Motors der 1 E 1-Lokomotive
von 2 3 4 5 6
entsprechen.

Aus der Kennlinie des Motors läßt sich für de sprechend stärker gewählten Motor die Zugkraft hängigkeit von seiner Brenngeschwindigkeit (kg/h) Drehzahl bzw. Fahrgeschwindigkeit ableiten[10]) un der Fahrstrecke in Form von Linien gleicher geschwindigkeit nach Abb. 8 für einen und zwe toren auftragen. Die größte Zugkraft ist durc mittleren Kolbendruck von rd. 5,5 at entsprechen Ausnutzung des Reibungsgewichtes der Lokomoti 200 kg/t = 12 000 kg begrenzt. Dabei ist die Vent leistung für die Kühl- und Spülluft mit 9 vH un zusätzliche Widerstand der doppelt gekuppelten motivtreibachsen beim Arbeiten unter Last mit 1 v Gesamtleistung berücksichtigt sowie der Widerstan leerlaufenden Lokomotive nach der Strahlschen F mit $2{,}5 \cdot 66 + 7{,}3 \cdot 60 + 0{,}006 \cdot 10 \cdot (V + 12)^2$ voll ein worden.

Aus der Zugkraft-Kennlinie ergeben sich die kennlinien, Abb. 8, mit dem Wärmewirkungsgrad

für den 300 t schweren Wagenzug von 28,5 vH u
für den 600 t schweren Wagenzug von 28,2 vH.

Für die gleiche Diesellokomotive Abwärmeverwertung unter der Annahme, d Abgase mit rd. einem Drittel der Brennstoffwärm einer Temperatur, wie sie der Viertaktmotor bis auf 180 ° ohne wesentlichen Rückdruck auf die K des Motors zur Dampferzeugung ausgenutzt werde der Dampf von 12 at und 320 °C bei 100 ° Speisew temperatur in einer Maschine mit 7 kg/PSh Dam brauch verwertet wird, ergibt sich der Wärmewirk grad für den 300 t schweren Wagenzug mit 31,9 vH den 600 t schweren Wagenzug mit 32 vH.

Die Gewichte der verschiedenen Lokomotive ihre Leistungsverhältnisse auf der Strecke Stutt Ulm sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Beim gleich der Lokomotiven ist zu beachten, daß die D lokomotive mit dem 600 t schweren Wagenzug über ist, ebenso die dieselelektrische Lokomotive, die au Gewicht etwas zu günstig dargestellt ist. Bei der trischen Lokomotive ist der Leerlaufwiderstand vo komotiven mit Parallelkurbelantrieb ohne Zahnräde

[7]) Vergl. Anmerkung [2]).
[8]) BBC-Mitteilungen Bd. 9 (1922) S. 8, 12 u. 199.
[9]) Z. Bd. 64 (1920) S. 518.

[10]) Vergl. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" (1927) Tafel 9.

nd, also gegenüber den andern Lokomotiven zu
eingesetzt, wodurch die Fahrzeit etwas zu kurz
en ist.
Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Loko-
ergeben sich bei den heutigen Anschaffungs-,
chs- und Unterhaltungskosten die Betriebs- und
agskosten auf die Nutzlasteinheit bezogen für
ızeitliche

D a m p f l o k o m o t i v e
:m täglicher Fahrt und 300 Betriebstagen jährlich,

Wagenzug von	300 t	600 t
	ℳ	ℳ
ng des Anschaffungs- 200 000 ℳ zu 6 vH . .	12 000	12 000
des Anschaffungswertes) ℳ zu 4 vH	8 000	8 000
: Führer und Heizer bei :er Besatzung mit je 500 ℳ ich bei 54 Wochen- n	10 000	10 000
Der Preis wurde mit ℓ/t ab Zeche und die . für Transport von bis Tender, einschließ-)0 km Fracht, mit 12,20 angenommen. Der Ver- ist für die Bergfahrt 5 t, für die Talfahrt mit mittelt und für das An- mit 0,44 t für die Ge- ·ecke von 188 km ange- n worden, also -12,20) (1,75 + 1,17 + 0,44) 00)	85 200	—
Der Verbrauch ist e Bergfahrt mit 2,70 t r die Talfahrt mit 1,79 t lt worden -12,20) (2,70 + 1,79 + 0,44) 00)	—	125 200
Der Preis ist mit t und der Verbrauch 1 t/PSh für die Leistung)0 PS bei Bergfahrt und bei der Talfahrt ange- n worden 01 (1500 + 970) $\frac{500 \cdot 300}{188}$	3 150	—
Die Leistung beträgt ; bei der Bergfahrt und ; bei der Talfahrt, also)1 (2130 + 1430) $\frac{500 \cdot 300}{188}$	—	4 550
l für die Zylinder: Der vurde mit 0,56 ℳ/kg ab ınd die Transportkosten 04 ℳ/kg angenommen. ·rbrauch beträgt erfah- ·mäß $^1/_6$ des Gesamtver- ·s der Lokomotive an :öl von 0,022 kg/km, also :0,04) · $^1/_6$ · 0,022 · 500 · 300	330	330
l für das Triebwerk: ·is wurde mit 0,243 ℳ/kg ımen, also -0,04) · $^5/_6$ · 0,022 · 500 · 300	780	780
ung: Die Kosten be- erfahrungsgemäß etwa auf 1000 km Fahrt be- also 260 · $\frac{500 \cdot 300}{1000}$ . . .	39 000	39 000
Gestehungskosten . .	158 460	199 860
;skosten von 1000 tkm ·tung	3,52	2,22

Für die u n m i t t e l b a r a n g e t r i e b e n e D i e s e l - l o k o m o t i v e ohne Abwärmeverwertung ergibt sich bei 900 km täglicher Fahrt und 330 Betriebstagen jährlich

mit einem Wagenzug von	300 t	600 t
	ℳ	ℳ
Verzinsung des Anschaffungswertes 530 000 ℳ zu 6 vH . .	31 800	31 800
Tilgung des Anschaffungswertes 530 000 ℳ zu 6 vH	31 800	31 800
Lohn für Führer und Heizer bei doppelter Besatzung mit je 500 ℳ monatlich bei 54 Wochenstunden	11 000	11 000
Brennstoff: Der Preis wurde mit 0,1095 ℳ/kg und die Fracht mit 0,0138 ℳ/kg angenommen und der Verbrauch mit 340,3 kg für die Bergfahrt und mit 229,3 kg für die Talfahrt berechnet, also (0,1095 + 0,0138) (340,3 + 229,3) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	111 000	—
Brennstoff: Der Verbrauch ist mit 508,2 kg für die Bergfahrt und mit 340 kg für die Talfahrt berechnet worden, also (0,1095 + 0,0138) (508,2 + 340) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	—	165 000
Schmieröl für den Dieselmotor: Der Preis wurde mit 0,53 ℳ/kg, die Fracht mit 0,04 ℳ/kg und der Verbrauch mit 0,002 kg/PS angenommen. Die Leistung berechnet sich zu 1530 PS für die Bergfahrt und zu 935 PS für die Talfahrt, also 0,53 + 0,04 (1530 + 935) (0,002) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	4 420	—
Schmieröl für den Dieselmotor: Die Leistung berechnet sich zu 2270 PS für die Bergfahrt und zu 1380 PS für die Talfahrt, also 0,53 + 0,04 · 0,002 (2270 + 1380) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	—	6 570
Schmieröl für das Laufwerk der Lokomotive: Der Preis wurde mit 0,243 ℳ/kg, die Fracht mit 0,04 ℳ/kg und der Verbrauch mit 0,017 kg/km angenommen. (0,243 + 0,04) 0,017 · 900 · 330 .	1 430	1 430
Unterhaltung: Die Kosten sind ebenso hoch wie bei der Dampflokomotive mit 260 ℳ auf 1000 km Fahrt angenommen worden, also 260 · $\frac{900 \cdot 330}{1000}$ . .	77 000	77 000
Jährliche Gestehungskosten . .	268 450	324 600
Gestehungskosten von 1000 tkm Nutzleistung	3,01	1,82

Auch hier ist die Dampflokomotive mit dem 600 t-Wagenzug überlastet, da die Leistungsfähigkeit eines Heizers den Kohlenverbrauch von 2700 kg in 1,5 h oder 1760 kg/h nicht mehr zu decken vermag.

Aus dem Vergleich der Betriebskosten der beiden Lokomotiven geht hervor, daß die Diesellokomotive die Nutzlast um 15 bis 19 vH billiger befördert und ferner, daß die Diesellokomotive mit nahezu der doppelten Jahresleistung der Dampflokomotive den Brennstoff annähernd 2,8mal und mit der gleichen Jahresleistung annähernd 4mal besser ausnutzen muß als die Dampflokomotive, um deren Betriebskosten nicht zu überschreiten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß einer hochentwickelten Dampflokomotive eine Diesellokomotive gegenübergestellt ist, die sowohl in der Fertigung als auch im Wirkungsgrad noch große Entwicklungsmöglichkeiten bietet.

Die Diesellokomotive weist ferner nicht nur die für die elektrische Lokomotive in Anspruch genommenen Vorteile auf, sondern bietet noch betriebliche Vorteile hinsichtlich größter Leistungsfähigkeit, kürzester Fahrzeit, unbeschränkter Fahrgeschwindigkeit bei Leerfahrt, hinsichtlich steter Betriebsbereitschaft, sowie auch wirtschaftlicher Vorteile durch geringeren Anschaff[u]... gegenüber der elektrischen Lokomotive, grö[ß]... nutzung des Lokomotivgewichtes, bessere Au... von Bahnanlagen und geringsten Bedarf auslä[ndischen] Kupfers. Berücksichtigt man alle diese Umstän[de] ... die Schlußfolgerung berechtigt, daß — auch be[i] ...stigem Preisverhältnis der Brennstoffe, das für ...land durch die mittelbare oder unmittelbare U[m]... von Kohle in Öl nahezu festliegt — die Dieselo[komotive] imstande sein wird, die Dampflokomotive und di[e] ...sche Lokomotive mit Erfolg zu ersetzen. [E...

A. Wichert †

Unerwartet verschied nach kurzem, schwerem Leiden im besten Mannesalter am 21. Oktober 1927 Direktor Dr.-Ing. A. Wichert, Leiter der Bahnabteilung von Brown, Boverie & Cie., A.-G., Mannheim. In dem Verstorbenen betrauern die Technik, insbesondere die dem elektrischen Lokomotivbau nahestehenden Kreise, und die Fachleute, die sich eingehend mit dem Gebiete der mechanischen Schwingungen beschäftigen, einen Menschen von äußerster Tatkraft, umfassendem Wissen und feinster Herzensbildung. Geboren am 2. November 1881 wandte er sich nach Beendigung seiner Studien an der Technischen Hochschule Hannover sogleich dem Bahngebiet zu und war vor dem Kriege für die Firmen Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, H. Geist und Siemens-Schuckertwerke in Berechnung, Entwurf und Bau von Bahnmotoren und -anlagen im In- und Auslande tätig. Während des ganzen Krieges war er als Hauptmann und Gruppen-Nachrichtenkommandeur an der Westfront. Nach dem Kriege zunächst bei den SSW, wurde er im Jahre 1920 zur Leitung der Bahnabteilung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. nach Mannheim berufen und hat dieser seine volle Kraft und sein umfangreiches Können bis zum letzten Tage mit äußerster Zähigkeit und größter Liebe zur Sache gewidmet.

Wichert war mit ganzem Herzen bei allen Fragen, die mit dem elektrischen Betrieb von Bahnen zusammenhängen. Dabei war sein Hauptziel die einheitliche Durchbildung elektrischer Lokomotiven und Triebwagen. Er hat als erster in diesen Fahrzeugen ein einheitliches Ganzes gesehen, worin alle Teile aufs feinste aufeinander abgestimmt sein müssen wie in einem gut eingespielten Orchester. Seine Lebensarbeit war, die elektrische Lokomotive zu einer abgeschlossenen Vollkommenheit zu entwickeln. Ausgedehnte Studienreisen in Europa dienten der Sammlung von Erfahrungen und Anregungen für die Verbesserung des Betriebes in Deutschland. Kein Gebiet der Technik gab es, dessen Neuerungen er nicht Beachtung geschenkt hätte, um sie in seinem Sonderfach nutzbringend zu verwerten. So entstammen zahlreiche neuere Konstruktionen auf dem Bahngebiet seinen Gedanken. Im kleinen und im großen strebte er, daß die Lokomotiven und Triebwagen, die er selbst von Anfang bis zum Ende vollkommen durcharbeitete, wie aus einem Guß erschienen. Daß er dabei über dem ganzen Fragenbereich stand, zeigen seine tiefschürfenden Untersuchungen über Leistungseigenschaften und über Reihenbildung elektrischer Lokomotiven als Grundlage der Vereinheitlichung. Die von ihm mit besonderer Liebe in Konstruktion, Bau und Betrieb überwachten Fahrzeuge, die 1 $D_0$1-Schnellzuglokomotiven, die 1 C 1-Personenzuglokomotiven, die Ferntriebwagen für die bayerischen Strecken und die Triebwagen der Hamburger Vorortbahn, sind Glanzleistungen deutscher Technik.

Neben dieser mehr praktischen Tätigkeit fand Wichert immer noch Zeit zu ausgedehnten wissenschaftlichen Untersuchungen. Vor allem beschäftigten ihn mechanische Schwingungen, Riffelbildungen an Schienen und Radsätzen als Reibschwingungen, Schüttelschwingungen an Lokomotiv-Triebwerken als pseudoharmonische Schwi[ngungen], Schwingungen von Triebwagen-Drehgestellen us[w.] ...gedehnte Untersuchungen über das Verhalten win[dschiefer] Kettenfahrleitungen für elektrische Bahnen, über el[ektrische] Kurzschlußbremsung mit Gleichstrom-Bahnmoto[ren] ... ähnliche Arbeiten wurden nach seinen Anweisunge[n] ...geführt.

Bei allem Interesse für den physikalischen [...] der Erscheinungen verlor er nie den praktische[n] ... aus den Augen, und so ergaben sich aus allen ...schaftlichen Arbeiten neue Konstruktionen und ...nungen, die sich nachher im praktischen Betrieb ... Beste bewährt haben. Viele Erfindungen an Sch[...] ...tern, Ölschaltern, Schaltanordnungen für elektrisc[he] ...zeuge zeigen die gleiche Neigung, auffällige Ersch[einungen] zu ergründen und technisch zu verwerten.

Wie reich und vielseitig des Verstorbenen G[...] ...gänge waren, beweisen seine Veröffentlichungen, ... 15 Jahren, von denen noch die Kriegzeit abzuzi[ehen ist]. Besonders erwähnt sei hier nur die umfassende ...lung von Schüttelerscheinungen an elektrischen ...tiven, die als Doktordissertation von der Tec[hnischen] Hochschule Hannover „mit Auszeichnung" ... wurde[1]). Als der Wissenschaftliche Beirat des ... deutscher Ingenieure im Dezember 1924 einen A... von Fachleuten berief, um über dringende For[schungs]arbeit auf dem Gebiete der mechanischen Schwi[ngungen] zu beraten, stellte sich Wichert von Anfang a[n in den] Dienst dieser Sache. Er hat an den Arbeiten des ...gungsausschusses stets lebhaften Anteil genomm[en] ... sein Tod reißt auch hier eine empfindliche Lück[e].

Die sich überstürzenden Ereignisse der ... drängten ihn, seine Gedanken und theoretischen E... ...gen über Wirtschaftsfragen, im Interesse seine[r] ... angestellt, zum Wohle der Allgemeinheit bekanntzu[geben]. Auch hier zeigt sich der ungewöhnlich klare und ... Verstand des Verstorbenen, der jedes Problem z[u durch]dringen und auf seine der technischen Mechanik ... Weise zu lösen vermochte. Eine ganze Reihe von ... die ihn lebhaft interessierte, konnte nicht mehr ... untersucht werden, und so sind viele wertvolle G... nicht mehr zur Reife gebracht worden. Daher ... sein Tod einen schweren Verlust für die deuts[che In]genieurwelt.

Seine umfassende Bildung drückte sich in ...schiedenen Stellungnahme zu allen Lebensfragen ... zeigte sich auch in der Freude, mit der er ju[nge In]genieure in ihrem Beruf zu bilden und zu förder[n], wie und wo er nur Gelegenheit dazu fand. Unte[r ...] steten Arbeitsamkeit verbarg sich eine echte Li[ebe zum] deutschen Volk und Vaterland. Er war eine K... ...natur, deren Streben nach Vollendung ging, und a... bis zum letzten Augenblick ist er dahingegange[n].

[1]) Forschungsarb., herausgeg. vom V. d. I., Heft 266; v... Bd 65 (1921) S. 971, Bd. 66 (1922) S. 1080. [P...

[2]) Z. Bd. 67 (1923) S. 1073.

Technische Fortschritte beim Rhön-Segelflugwettbewerb 1927

Von Dipl.-Ing. W. Hübner, Berlin-Adlershof

und der Entwicklung des Segelflugzeugbaues — Allgemeiner Überblick über den Rhön-Segelflugwettbewerb 1927 — Die Flug-
ige des Schulungs- und Übungs-Wettbewerbes — Leistungen und Eigenschaften der Schulungs- und Übungsflugzeuge — Die
Flugzeuge des Leistungswettbewerbes — Der technische Wettbewerb

nd der Entwicklung des Segelflugzeugbaues

ch den ersten überraschenden Dauerflügen im Jahre 1922 ist die Anteilnahme der breiteren Öffentlichkeit am Segelflugwesen stark abgeflaut. ße Publikum beachtet nur die sprunghafte Entg, nicht aber die langwierige Kleinarbeit, die nn einsetzen muß, wenn eine technische Aufgabe m gewissen sichtbaren Abschluß gelangt ist.

h die Entwicklung des Segelflugzeugs war im 922 hinsichtlich des allgemeinen Aufbaues und der Formgebung abgeschlossen. Die Mehrheit der n Segelflugzeugbauten gleicht im wesentlichen den ichen Mustern jenes Jahres.

Fortentwicklung des Segelflugzeuges besteht seit Zeitpunkt in mühevoller, schrittweiser Verbesses Erreichten hinsichtlich Luftwiderstand, Gewicht, eit und Steuerbarkeit. Die neuzeitlichen, für die ung von Höchstleistungen gebauten Muster heiden sich äußerlich von ihren Vorgängern kaum. erer Betrachtung jedoch ist die Verwertung vieler erworbener Erfahrungen und Kenntnisse deutzustellen.

en diesen Hochleistungsflugzeugen erscheinen igen Jahren Muster, mit denen die Flugschüler und üben. Während in früherer Zeit die Führer elflugzeuge Kriegsflieger, also erfahrene Motorgführer waren, muß neuerdings der Segelflugrt selbst für die Ausbildung des notwendigen rsatzes sorgen. Außerdem hat sich gezeigt, daß das gen eine geeignete und vor allem sehr billige Vorür die Ausbildung des künftigen Motorfliegers ist

Anforderungen an Schul- und Übungsflugzeuge re als die an die Leistungsflugzeuge. Dieser Umhrte zur Entwicklung zweier neuen Flugzeugklasmit wachsender Verbreitung des Segelflugsports schland an Bedeutung gewannen.

letzten Jahre brachten also außer einer schritt-Weiterentwicklung des Leistungsflugzeugs zwei ugzeugklassen, von denen die eine der Anfangschue andere der Übung des Flugzeugführers dient.

gemeiner Überblick über den Rhön-Segelflugwettbewerb 1927

tbewerbe sind vergleichende Wertungen von Lei- Bei Flugwettbewerben sind die zu vergleichenstungen abhängig von der Güte des Flugzeugs und Fähigkeiten des Flugzeugführers. Ein ungeübter gführer kann auf einem hochwertigen Flugzeug erstklassigen Leistungen erreichen, ebensowenig in guter Flugzeugführer auf einem Flugzeug, das amisch nicht an erster Stelle steht, mehr als Mittel-. Bei Motorflugzeug-Wettbewerben tritt als Punkt hierzu noch die Güte des Triebwerks.

alle Führer in ihrem Können voneinander ver- sind, ist niemals unmittelbar, aus den Ergebeines Wettbewerbes eindeutig auf die Güte des gs zu schließen. Möglich ist indessen, die Fähigon Flugzeugführern zu vergleichen, wenn man eichwertige Flugzeuge in die Hand gibt. Ein Wettmit vollkommen gleichwertigen Flugzeugen stellt e Lösung für eine rein sportliche Veranstaltung ewiß kann bei Motorflugzeugen der Unterschied Zuverlässigkeit der Triebwerke das Ergebnis . Bei Segelflugzeugen dagegen fällt dieser Unterollkommen weg. Hier ist also der Vergleich von gen der Führer einwandfrei möglich.

olge besonderer Umstände war die Mehrzahl der em Jahre am Wettbewerb beteiligten Schul- und flugzeuge von gleichen oder gleichwertigen Mustern. Die Rhön-Rossitten-Gesellschaft hatte nämlich, um zu vermeiden, daß im Bau von Flugzeugen noch unerfahrene Bewerber aussichtslose Fehlkonstruktionen lieferten, durchgearbeitete Entwürfe bewährter Muster eines Schul- und eines Übungsflugzeuges zur Verfügung gestellt. Viele Bewerber hatten sich an diese Entwürfe gehalten. Aber auch die übrigen Schul- und Übungsflugzeuge ähnelten dem Vorbild der Rhön-Rossitten-Gesellschaft äußerlich und in bezug auf die Leistungen so, daß sie praktisch als gleichwertig bezeichnet werden konnten.

Dadurch nun, daß diese beiden Klassen in einem besonderen, als Schul- und Übungs-Wettbewerb bezeichneten Teil der Veranstaltung zusammengefaßt waren, war erreicht worden, daß wohl zum erstenmal bei einem deutschen Flugwettbewerb ein rein sportlicher Kampf mit nahezu gleichwertigen Mitteln durchgeführt werden konnte.

Höchstleistungen, die auch für Forschungszwecke von Bedeutung sind, waren mit den Flugzeugen des Schul- und Übungs-Wettbewerbes natürlich nicht zu erreichen. Zur Aufstellung solcher Leistungen war daher ein andrer Abschnitt der Ausschreibung vorgesehen, der als Leistungs-Wettbewerb bezeichnet war und mit hochwertigen Flugzeugen bestritten wurde.

Abb. 1
Ein Schulflugzeug.
Mit Rücksicht auf bauliche Einfachheit und Billigkeit ist auf aerodynamische Güte verzichtet. Der Führersitz liegt gänzlich unverkleidet unter der Fläche, jegliches Strebenwerk vor dem Führer fehlt.

Der erste Teil des Wettbewerbes, an dem ziemlich gleichartige Flugzeuge teilnahmen, war nicht dazu berufen, technisch Neues zu bringen. Der zweite Teil, in dem hochwertige Segelflugzeuge gegeneinander eingesetzt waren, bot bezeichnenderweise gleichfalls keine ins Auge fallende Weiterentwicklung technischer Art. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben nämlich das Segelflugzeug auf einen aerodynamisch wie baulich hervorragenden Stand gezüchtet, von dem aus sprunghafte Weiterbildung kaum zu erwarten ist.

Bei Beibehaltung des üblichen äußeren Aufbaues, der im wesentlichen dem des Motorflugzeugs entspricht, sind Fortschritte im Segelflugwesen nur infolge der zunehmenden Erfahrung der Führer und durch Ausbau der Strömungsforschung möglich.

Grundlegende Änderungen der Form des Segelflugzeugs sind denkbar. Ein dritter Wettbewerbteil diente der Förderung von Entwürfen, die geeignet schienen, dem Segelflugzeugbau neuartige Wege zu weisen. Technisch Bemerkenswertes war vor allem von diesem Abschnitt der Ausschreibung zu erwarten.

Die Flugzeuge des Schulungs- und Übungswet

Das Schulflugzeug, das der Anfangsausbil
künftigen Segelfliegers dient, soll in erster Linie
zustellen und nach etwaigen Bruchlandungen leic
zu setzen sein. Zu Gunsten dieser Anforderun
auf aerodynamische Güte verzichtet. Es ist we
Segel- als vielmehr ein Gleitflugzeug.

Beim diesjährigen Wettbewerb waren alle
zeuge dem Musterentwurf der Rhön-Rossiten-Ge
gleich oder ähnlich. Es waren verspannte Hoch
Gitterrumpf, Abb. 1. Der Führersitz lag oft gä
verkleidet unter der Fläche. In vielen Fällen
absichtlich jegliches Strebenwerk vor dem Fü
gelassen. Da der Schüler hierbei keinerlei sicht
halt für die Lage des Flugzeugs zum Horizont ha
von Anfang an nach Gefühl fliegen lernen. Ei
dungsgang auf einem solchen Flugzeug wäre all
fliegern zu wünschen, die ohne Meßgeräte nicht
der Lage sind, ihr Flugzeug zu beherrschen.
vermindert die erwähnte Führersitzanordnung b
die Möglichkeit der Verletzung durch Holzsplitte

Das Übungsflugzeug, Abb. 2 bis 4, soll dem Fl
die Ausführung und Übung längerer Segelflüge
machen. Es ist daher hinsichtlich seiner Fo
aerodynamisch besser durchgebildet als das Schu
Um den Luftwiderstand zu verringern, hat man
Drahtverspannung eine abgestrebte Flügelbauart
und den offenen Führersitz durch einen Rumpf erset
dem können diese Flugzeuge noch nicht als aerod
hochwertig bezeichnet werden, vor allem, weil
Gründen der Einfachheit eine recht geringe Sp
haben. Sie beträgt nur rd. das Sechsfache der F

Abb. 2 bis **4**. Ein Übungsflugzeug.
Zur Verminderung des Luftwiderstandes ist das Flugzeug als Rumpfhockdecker ausgebildet. Der Flügel hat rechteckige Umrißform und ermöglicht daher durch seine günstigen Stabilitätsverhältnisse auch im überzogenen Zustand gefahrloses Übungsfliegen.

Abb. 6 bis **8**. Das Flugzeug „Oberschlesien".
Dieses hochwertige Leistungsflugzeug, dessen Spannweite das 20fache der Flügeltiefe beträgt, zeigte neben sehr guten Flugleistungen trotz seiner Abmessungen noch günstige Steuerbarkeit.

Abb. 5. Seitenansicht des Flugzeuges „Oberschlesi
Die äußere Form entspricht der der Leistungsflugz
früherer Jahre.

4,3 1,2 1,2 9,0 0,7 1,3 2,4

RZ861Z12÷14

Abb. 12 bis 14
Das Flugzeug „La Pruvo“

Die Flugzeuge des Leistungswettbewerbes

Für den Bau von Leistungsflugzeugen hatte die Rhön-Rossitten-Gesellschaft keine Vorlagen herausgegeben. Es war daher eine ziemliche Mannigfaltigkeit von Mustern vorhanden, die aber zum Teil schon bei früheren Wettbewerben mit mehr oder weniger Erfolg aufgetreten waren.

Erwähnenswert ist, daß außer dem alterprobten Darmstädter Flugzeug Margarethe, das in diesem Jahr leider zerstört wurde, keine doppelsitzigen Flugzeuge erschienen waren.

1,8 6,5 1,2 4,7 16,0 6,5 3,6

RZ861Z10u.11

Abb. 10 und 11
Das Flugzeug „Darmstadt“.

Das Siegerflugzeug des diesjährigen Wettbewerbes stellt in baulicher Durchführung und Werkstattarbeit eine Höchstleistung dar.

Leistungen und Eigenschaften der Schul- und Übungsflugzeuge

[T]rotz ihres einfachen Aufbaues zeigten die Schul- und [Übun]gsflugzeuge recht gute Flugleistungen. Längere Segel-[flüge] konnten von geschickteren Führern auch mit dem [Schu]lflugzeug, selbst bei Windstärken von weniger als [...], ausgeführt werden. Vor allem aber zeigten die [Flug]zeuge beider Klassen eine Steuerbarkeit, die vielen [de]n Leistungsflugzeugen überlegen war. Dies ist umso [bemer]kenswerter, als befriedigende Ruderwirkung bei so [gering]en Geschwindigkeiten, wie sie die gering belasteten [Flug]zeuge dieser Klassen aufweisen, erfahrungsgemäß [dur]aus nicht leicht zu erreichen ist.

[I]m überzogenen Flugzustand, der von ungeübten [Füh]ern vor allem im Kurvenflug oft unfreiwillig erreicht [wird]e, war bei den genannten Flugzeugen noch ausgezeich-[nete] Querstabilität vorhanden. Sie neigten also nicht zu [Dreh]ungen um die Längsachse oder zum Trudeln. Diese [die G]efahr des Übungsfliegens stark vermindernde Eigen-[schaf]t ist eine Folge der rechteckigen Umrißform ihrer [Trag]flächen. Die Flügelenden solcher Flächen werden [mit] kleinerem induzierten Anstellwinkel angeblasen als [der m]ittlere Flügelteil[1]). Die Profile der Enden erreichen [i]hren Höchstauftrieb erst bei größerem Anstellwinkel [als di]e der Flügelmitte. Sie dämpfen somit Drehungen um [die L]ängsachse auch dann noch, wenn der Höchstauftrieb [des g]esamten Flügels überschritten ist und das Flugzeug [offenb]ar an Höhe verliert. Der Führer ist in der Lage, [seine] Steuerfehler zu erkennen und zu verbessern, ehe [gefährli]che Flugzustände erreicht sind.

Abb. 9
Ansicht des Flugzeuges „Darmstadt“.
Die äußere Ähnlichkeit mit älteren Mustern ist auch bei diesem Flugzeug auffallend.

[1]) Handbuch d. Flugzeugkunde Bd. II: Fuchs und Hopf, Aero-[dynam]ik, Berlin 1922, S. 123.

Abb. 15
Seitenansicht des „Zaunkönig".
Die Seitensteuerflächen auf den Flügelenden sind zu erkennen. Das Flugzeug wäre auch ohne das an dem auffallend kurzen Rumpf angebrachte Höhenruder längsstabil.

Alle Flugzeuge, bis auf eines, das auch als Doppeldecker zu verwenden war, waren Hochdecker, die je nach Spannweite abgestrebte oder freitragend angeordnete Flächen hatten. Aus den Abbildungen der beiden wohl aerodynamisch besten Leistungsflugzeuge Oberschlesien, Abb. 5 bis 8 und Darmstadt, Abb. 9 bis 11, ist zu ersehen, daß äußere Abweichungen von der üblichen Form der letzten Jahre nicht vorhanden sind. Die Oberschlesien, Abb. 5 bis 8, deren Spannweite das Zwanzigfache der Flügeltiefe beträgt, dürfte damit wohl das äußerste Seitenverhältnis aufweisen, bei dem hinreichende Wendigkeit noch zu ermöglichen ist. Jedenfalls erfüllte die Oberschlesien unter Führung eines verhältnismäßig jungen Führers glänzend alle auf sie gesetzten Hoffnungen.

Die Leistungen der Darmstadt, Abb. 9 bis 11, unter Nehrings bewährter Führung waren der Gipfelpunkt des Wettbewerbes. Trotz des hohen Leergewichtes von 150 kg war sie hervorragend segelfähig. Baulich und werkstattechnisch muß die Darmstadt als vorbildlich bezeichnet werden.

Das einzige ausländische Flugzeug Le Vautour von Auger, fiel gegenüber den deutschen Bewerbern stark ab. Auffallend an diesem Muster war die starke V-Form der Flächen, die eine so große Stabilität um die Längsachse zur Folge hatte, daß die Querruder augenscheinlich wirkungslos waren.

Der technische Wettbewerb

Der technische Wettbewerb brachte manches Unfertige und manches Abwegige. Bemerkenswert wurde er durch zwei Flugzeuge, durch den La Pruvo von Kirchner, Abb. 12 bis 14, und den Zaunkönig von Nihm, Abb. 15 bis 21.

Kirchner hatte beabsichtigt, durch mustergültige Werkstattarbeit geringstes Leergewicht und damit geringste Abmessungen zu erreichen. Wenn auch am La Pruvo einige Mängel besonders in der Beschlagsbauart und Lastigkeit wegen fehlender Erfahrung untergelaufen waren, so stellt doch der Bau eines flugfähigen Leistungsflugzeuges mit einem Leergewicht von nur 35 kg eine Glanzleistung dar.

Da das Fluggewicht des La Pruvo nur rd. 100 kg beträgt, sind seine Abmessungen nur klein. Kleine Flugzeuge haben aber für das Segelfliegen besondere Wichtigkeit. In der Atmosphäre kommen nämlich vielfach thermische Aufströme vor, deren Ausdehnung gering ist. Dieser Art sind z. B. die Aufströme unter Cumulus-Wolken, die auch in der Ebene an vielen Sommertagen vorhanden sind. Ein Ansteigen unter einem Cumulus mit anschließendem Gleitflug zum nächsten kann vielleicht längere Streckenflüge auch fern vom Gebirgsaufwind möglich machen, Abb. 22. Die Ausnutzung solcher beschränkter Aufwindzonen wird voraussichtlich nur mit Flugzeugen von so kleinen Abmessungen, wie sie der La Pruvo hat, möglich sein.

Abb. 16 und 17. Das Flugzeug „Zaunkönig".

Die Einzelheiten des La Pruvo zeigen kaum
Die Quersteuerung durch Drehung der Flügelend
eine senkrecht zur Flugrichtung liegende wagerechte
ist schon von Bleriot ausgeführt worden; freilich
mit so gutem Erfolg wie hier.

Neu ist lediglich die Kufenabfederung durch m
Ringpaare aus Stahldraht, die leicht und windschnitt
kleidet ist. Sie bewährte sich gut.

Trotz allem war Kirchners Flugzeug nichts
legend Neues; denn das wesentliche des La Pruv
Leichtbau, ist das Bestreben aller Flugzeugkonstru

Wirklich neue Gedanken brachte Nihm mit
Zaunkönig zur Ausführung, Abb. 16 und 17. Er
zum erstenmal das symmetrische Flügelprofil fü
Tragfläche eines bemannten Segelflugzeugs an. S
trische Flügelschnitte haben die Eigenschaft, da
Druckmittel der Luftkräfte zum Unterschied vom g
ten Flügelschnitt nicht wandert, sondern im no
Flugbereich bei allen Anstellwinkeln in 25 vH der F
tiefe von der Eintrittskante entfernt liegt. Symmet
Flügel sind daher bei Tieflage des Schwerpunktes
ohne Leitwerk längsstabil. Sie können für die sch
lose Bauart von Flugzeugen verwendet werden. A
dem treten, da das Druckmittel nicht wandert, ke
Verdrehkräfte im Tragwerk auf, das man infolge
entsprechend leichter bauen kann.

Der Nachteil der symmetrischen Profile ist ih
ringer Höchstauftrieb, der um rd. 20 vH kleiner als d
guten gewölbten Flügelschnitten ist. Dieser Nachteil
mit zunehmender Flügeltiefe und Fluggeschwindigke

Nihm hat sein Flugzeug, zur Vermeidung von
gangschwierigkeiten, noch mit einem kurzen Rump
mit Höhenruder gebaut. Ebenso ist der Flügel noch
frei von Verdrehkräften, da die Quersteuerung durch
windungsklappen erfolgt. Trotzdem betrug das L
wicht des Zaunkönig nur 45 kg. Der geringe Wert
bei vollständiger Ausnutzung der Vorteile des symmetri
Flügelschnitts sicher noch erheblich vermindert wer

RZ 861 Z 18÷21

Abb. 18 bis 21
Die Seitensteuerung des „Zaunkönig“

ər Gedanke, symmetrische Flügelschnitte zu verwen-
ammt von der Rhön-Rossiten-Gesellschaft, die schon
iche wohlgelungene Modellversuche zur Erprobung
r Flugzeuge ausgeführt hat. Überhaupt ist Nihms
ıug in engster Zusammenarbeit mit der Rhön-Ros-
lesellschaft entstanden.

ie Seitensteuerung des Zaunkönig erfolgt durch
die auf der Oberseite beider Flügelenden ange-
sind und um senkrechte Achsen gedreht werden,
8 bis 21. Wird eine der Klappen, z. B. die linke,
chlagen, so dreht das Flugzeug infolge der Wider-
rhöhung auf dieser Seite nach links. Werden beide

RZ 861 Z 22

Abb. 22
Der Segelflug unter Cumulus-Wolken

Klappen gleichmäßig unter einem spitzen Winkel ausgeschlagen, so daß die Verlängerungen ihrer Mittellinien einander vor dem Flugzeug schneiden), so vergrößert sich die Stabilität um die Hochachse. Ausschlag beider Klappen um 90° hat starke symmetrische Widerstandvermehrung zur Folge und wird zum Verkürzen des Anlaufs angewandt. Die Klappen werden, der normalen Seitensteuerung entsprechend, durch Fußhebel (Pedale) betätigt.

Die Steuerung hat sich sehr gut bewährt. Sie ist gleichfalls von der Rhön-Rossiten-Gesellschaft seit längerer Zeit entwickelt und an der Ente der Rhön-Rossiten-Gesellschaft mit Erfolg erprobt worden.

Zusammenfassung

Der diesjährige Wettbewerb brachte technische Fortschritte im wesentlichen nur durch verbesserte Durchkonstruktion und Werkstattarbeit. In einem besonderen technischen Wettbewerb, der an die Veranstaltung angegliedert war, wurde ein Flugzeug gezeigt, das durch sein geringes Leergewicht von 35 kg bemerkenswert war. Außerdem wurde in diesem Wettbewerbteil zum erstenmal ein Flugzeug mit symmetrischem Flügelschnitt vorgeführt. Die symmetrischen Flügelschnitte bieten gegenüber den gewölbten Vorteile, die die Entwicklung des Segel- wie auch des Motorflugzeuges richtunggebend beeinflussen können. [B 861]

sel-elektrisch angetriebene Verschiebe-lokomotive

ie Pennsylvania-Eisenbahn erbaut zur Zeit in ihren
tätten in Altoona einige diesel-elektrisch angetriebene
iebelokomotiven mit der Achsfolge B und rd. 59 t
gewicht. Die ganze Länge der Maschine über die
ufferkupplung gemessen beträgt 8,1 m, der Raddurch-
1270 mm und der feste Radstand 3 m. Der bei
Ul./min 500 PS leistende Dieselmotor wiegt 9,1 t. Der
rzeuger leistet 330 kW bei 800 Uml./min und 550 bis
Spannung. Die Anfahrzugkraft beträgt 18 000 kg, die
aft bei 30 km/h Fahrgeschwindigkeit 3750 kg. Infolge
ringen Größe und Länge der Lokomotive erschien es
hend, einen Führerstand nur an einem Ende vorzu-
Da die Lokomotive insbesondere für Verschiebedienst
mt ist, so hat sie kleine Räder bei einem verhältnis-
starken Motor, und wegen der geringen erforder-
Geschwindigkeit hat sie keine Laufachse erhalten, so
as gesamte Gewicht als Reibungsgewicht ausgenutzt
n kann. Dennoch muß, wenn man die Leistung des
beim Anfahren voll ausnutzen will, beim Anfahren
ch gesandet werden.
ahezu die ganze Dachfläche wird von 10 großen
akühlern eingenommen; auf eine künstliche Unter-
ng der Luftbewegung im Kühler konnte wegen der ver-
smäßig großen Kühlfläche verzichtet werden. Nur
römungsenergie der Auspuffgase im Auspuffschlot wird
nsaugen von Kühlluft benutzt. Außerdem ist es durch
der Wassermenge und der Umlaufgeschwindigkeit
h, die Kühlwassertemperatur unabhängig von der
elastung sowie der Außentemperatur auf der dem
zuträglichsten Höhe zu halten. Der von der Bessemer
ngine Co. gelieferte achtzylindrige V-Dieselmotor ar-
im Viertakt mit Druckeinspritzung des Brennstoffes;
6,3 at mittleren nutzbaren Arbeitsdruck. Die Zylinder-
g beträgt 212, der Hub 300 mm. Der Motor wird
ruckluft angelassen, die dem Hauptluftbehälter der
ghouse-Bremse entnommen wird. Besondere Anlaß-luftbehälter sind infolgedessen nicht vorgesehen. Damit man aber auch, wenn die Maschine längere Zeit abgestellt gewesen ist, den Motor mit Sicherheit jederzeit anlassen kann, ist noch eine besondere kleine Druckluftpumpe vorhanden, die ein Einzylinder-Benzinmotor antreibt.

Der Brennstoff für den Dieselmotor wird in drei Behältern mit je 325 l Inhalt unter dem Führerstand mitgeführt, von denen aus er mittels einer elektrischen Zahnradpumpe einem hochliegenden Behälter zugeleitet wird. Außer dem unmittelbar angetriebenen Hauptstromerzeuger ist noch ein kleiner Hilfsstromerzeuger vorhanden von 16 kW und 100 V bei 400 und 20 kW und 125 V bei 800 Uml./min, dessen Spannung bei den Drehzahlschwankungen zwischen Leerlauf und Vollast durch einen Schnellregler in den angegebenen Grenzen gehalten wird. Die verhältnismäßig hohe Leistung dieses Hilfsstromerzeugers bei Leerlauf des Hauptmotors wird durch die von ihm bediente elektrische Hilfsausrüstung bedingt: den Bremsluftverdichter, der auch bei Leerlauf des Motors schon seine volle Leistung entwickeln muß, die Brennstoffpumpen, die Beleuchtungsstromkreise, die elektrische Steuerung und die Ladung einer Batterie mit 6 V Spannung für die Notbeleuchtung sowie die Zündung des Antriebmotors für den Hilfsluftverdichter.

Zum Antrieb dienen zwei normale Tatzenlagermotoren von je rd. 200 kW Stundenleistung. Der Dieselmotor vermag kurzzeitig bei absichtlicher Ausschaltung des Drehzahlreglers und bei Steigerung der Drehzahl auf 1000 Uml./min rd. 600 PS zu leisten, und hierauf ist auch die gesamte elektrische Ausrüstung eingerichtet. Die Steuerung arbeitet folgendermaßen: Nachdem der Dieselmotor durch vom Hilfsluftverdichter erzeugte Druckluft angelassen worden ist, gibt der Hilfsstromerzeuger bei Leerlauf des Dieselmotors die erforderliche Spannung zur Betätigung der elektrisch gesteuerten Druckluftventile, die dann entsprechend der Stellung des Fahrschalters den Regler und durch diesen die Brennstoffpumpen des Dieselmotors je nach der verlangten Leistung beeinflussen. („Railway Age“ Bd. 83 (1927) S. 1939) [N 754] Günther

Der piezoelektrische Quarz in der Hochfrequenztechnik

Von Dipl.-Ing. Max Zorn, Spandau

Geschichte der Piezoelektrizität — Piezoelektrische Erscheinungen am Quarzkristall — Verhalten bei Hochfrequenz: Eigenschwingungszahl, Resonanz, elektrische Eigenschaften — Verwendung in der Hochfrequenztechnik: Wellenkontrolle, Wellenkonstanz, Kurzwellensender, Unterwasserschallgerät

Die im Jahre 1703 von holländischen Juwelieren gemachte Beobachtung, daß Turmalinkristalle beim Erwärmen leichte Körper anzogen und wieder abstießen, wurde 1756 von Aepinus als eine Erscheinung elektrischer Natur gedeutet. Aepinus zeigte, daß ein prismatischer Stab dieses Kristalls während des Erwärmens an seinen beiden Enden entgegengesetzte elektrische Polaritäten erhielt, die beim Erkalten ihr Vorzeichen umkehrten. Im Jahre 1880 entdeckten I. und P. Curie ebenfalls am Turmalin, daß dieselben elektrischen Zustände auch durch Zug und Druck hervorgerufen werden können. Jene Erscheinung nannte man Pyro-(Wärme-), diese Piezo-(Druck-)Elektrizität. Beiden jedoch liegt dieselbe Ursache zugrunde, nämlich die Veränderung der gegenseitigen Lage der permanent polarisierten Teilchen des Kristalls, und zwar bei Druck und Abkühlung Zusammenziehung, bei Zug und Erwärmung Ausdehnung. Auch die Umkehrung dieser Wirkung wurde bald von den Curies gefunden. Wird der Kristallstab in bestimmter Richtung in ein elektrisches Feld gebracht, so rufen die Belegungen seiner Flächen Ausdehnung oder Zusammenziehung hervor.

Von den zahlreichen piezoelektrischen Kristallen soll im folgenden nur der Quarz und seine Verwendung in der Hochfrequenztechnik besprochen werden. Der Quarz kristallisiert in der in Abb. 1 und 2 dargestellten hexagonal-rhomboedrischen Form. Sein Kristall hat eine optische Achse (O) und drei dazu senkrecht stehende, gegeneinander um 120° geneigte elektrische Achsen (E_1, E_2, E_3). Nur die elektrischen Achsen sind piezoelektrisch wirksam, das heißt, bei Druck oder Zug werden zwei senkrecht dazu stehende Flächen elektrisch aufgeladen. Eine mechanische Beanspruchung in Richtung der optischen Achse dagegen ruft keine Aufladung irgendeiner Fläche hervor.

Aus dem Kristall sei parallel zur optischen und senkrecht zur elektrischen Achse E_1 eine Platte von der Dicke δ, der Länge l und der Breite b nach Abb. 3 herausgeschnitten. Erhitzt man diese Platte und bestäubt sie während der Abkühlung durch ein feines Sieb hindurch mit einem Gemisch von Mennige und Schwefelpulver, so lagert sich das durch die Reibung an den Schwefelteilchen oder Siebfäden positiv geladene Mennigepulver an der negativen (z. B. $EFGH$), der negativ elektrisierte Schwefel an der positiven Fläche (z. B. $ABCD$) ab.

Über die piezoelektrischen Wirkungen in Richtung E_1 (für die beiden anderen elektrischen Achsen E_2 und E_3 gilt Entsprechendes) sei untenstehende Übersicht gegeben.

Wird die Quarzplatte mit ihren Flächen $ABCD$ und $EFGH$ an die Elektroden einer Wechselspannung gelegt, so gerät sie in mechanische Schwingungen. Bei Übereinstimmung der Eigenschwingungszahl in Richtung der elektrischen Achse oder senkrecht dazu mit der Frequenz der an-

Abb. 1 und 2 (links) Quarzkristall

O Optische Achse
E_1 E_2 E_3 Elektrische Achsen

Abb. 3
Quarzplatte. Schnitt par
O und senkrecht zu

gelegten Wechselspannung werden die Eigenschwi zu stehenden Longitudinalschwingungen (Resonanz schen Eigenschwingungszahl n, Druckfortpflan schwindigkeit c in cm/s und Länge der Quarzplatt Schwingungsrichtung l in cm besteht die B

$n = \frac{c}{2\,l}\,s^{-1}$. Aus spezifischem Gewicht $\gamma = 2{,}65$

Elastizitätsmodul (in Dyn) $E \approx 8 \cdot 10^{11}\,\frac{g}{cm\,s^2}$ ergi

für den Quarz $c = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{11}}{2{,}65}} = 5{,}45 \cdot 10^5$ cm/s un

Eigenschwingungszahl $n = \frac{2{,}725}{l} \cdot 10^5\,s^{-1}$.

Zwei einfache Schaltungen zur Bestimmung d stallresonanz sind in Abb. 4 und 5 gegeben. Wird die Spule a induzierte Senderfrequenz stetig g so gibt der zwischen den Elektroden b angeordnete im Resonanzfalle die größte Energie an den Detekt was an dem Ausschlag des Strommessers e festgeste den kann. Der Resonanzbereich zeigt sich außeror scharf. Nach Abb. 5 wird an Stelle des Detektors

	Ursache		Wirkung		
	Druck	Zug	(Aufladung) +	–	
a	ABCD EFGH	—	ABCD	EFGH	Druck in Richtung der elektrischen Achse oder Zug se dazu lädt die beiden Flächen senkrecht zur elektrischen elektrisch auf
	—	ABFE DCGH	ABCD	EFGH	
	ABFE DCGH	—	EFGH	ABCD	Zug in Richtung der elektrischen Achse oder Druck se dazu lädt die beiden Flächen senkrecht zur elektrischen entgegengesetzt auf
	—	ABCD EFGH	EFGH	ABCD	
	(Aufladung) +	–	Zusammenziehung	Ausdehnung	
b	ABCD	EFGH	—	ABCD EFGH	Ein elektrisches Feld in Richtung der elektrischen Achse b Ausdehnung in dieser Richtung und Zusammenziehung i rechter Richtung dazu
	ABCD	EFGH	ABFE DCGH	—	
	EFGH	ABCD	ABCD EFGH	—	Ein entgegengesetzt gerichtetes Feld in Richtung der elekt Achse bewirkt Zusammenziehung in dieser Richtung un dehnung in senkrechter Richtung dazu
	EFGH	ABCD	—	ABFE DCGH	

Abb. 4
Bestimmung der Quarzresonanz durch Detektor
a Spule
b Elektroden
c Quarzkristall
d Detektor
e Strommesser

Abb. 5
Bestimmung der Quarzresonanz durch Glimmlampe
e Glimmlampe

mmessers eine Glimmlampe *e* verwendet, die bei Re-
nz hell aufleuchtet.

Cady [1]) untersuchte den Resonanzfall in der Schaltung
Abb. 6. Die auf den aus der Spule *a* und dem Konden-
r c_2 gebildeten Schwingungskreis induzierte Frequenz
de verändert. Abb. 7 zeigt das Ergebnis: Der durch c_2
ßende Strom wird bei Resonanz fast null; der gesamte
m fließt über den parallelgeschalteten Quarzkonden-
r c_1, dessen elektrostatische Kapazität von $4{,}5 \cdot 10^{-6}$
rofarad in der Nähe der Eigenschwingungszahl Werte
chen $+42 \cdot 10^{-6}$ und $-32 \cdot 10^{-6}$ Mikrofarad annimmt.

Die Frequenz *f* eines Schwingungskreises nach Abb. 6
durch die Selbstinduktion *L* der Spule *a* und die Summe
Kapazitäten $C_1 + C_2$ der beiden Kondensatoren c_1 und c_2
der Beziehung $f = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{L(C_1 + C_2)}}$ gegeben. Verkleine-
r von C_2 bewirkt Frequenzerhöhung. Anderseits hat
quenzerhöhung in der Nähe des Resonanzpunktes, Abb. 7,
rößerung der Quarzkapazität C_1 zur Folge. Für Ver-
ßerung von C_2 gilt das Umgekehrte. Die Quarzkapazität
rt sich also gegenüber C_2 im entgegengesetzten Sinne
gleicht daher in der Nähe der Resonanz eine Änderung
Kapazität oder eine entsprechende Änderung der Induk-
ät des Schwingungskreises bis zu einem gewissen Be-
e aus. Ohne Quarzkondensator ändert sich die Frequenz
der gestrichelten Linie, mit Quarzkristallsteuerung nach
ausgezogenen Linie, Abb. 8. Steigt oberhalb der Reso-
die Kapazität C_2 über C_2' hinaus oder sinkt sie unter-
der Resonanz unter C''_2, so geht die Frequenz sprung-
auf einen Wert über, der für gleiches C_2 dem andern
venast angehört. Die Frequenz des Schwingungskreises
die Eigenschwingungszahl des Quarzes dürfen daher
t zu nahe beieinander liegen, wenn dieser labile Schwin-
gszustand vermieden werden soll. Bemerkt sei noch, daß
Größe der Frequenzschwankungen durch die Quarz-
allsteuerung bis zu etwa $^1/_{500}$ verkleinert wird, was der
lichkeit halber in Abb. 8 nicht im richtigen Verhältnis
ichnet werden konnte.

Wegen seiner piezoelektrischen Schwingfähigkeit wird
Quarz seit einigen Jahren in der Hochfrequenztechnik
Prüfung und Gleichhaltung der Wellenlänge benutzt.
ersten Patente hierüber wurden in Amerika von Cady
meldet. Die der Quarzresonanz *n* entsprechende Wel-
nge $\lambda^{cm} = \frac{300 \cdot 10^6}{n}$ oder $\lambda^m \approx 110\, l^{mm}$ ist von der
tenabmessung in der Schwingungsrichtung abhängig.
praktischen Gründen verwendet man nur Platten von
10 mm Dicke und benutzt für Wellenlängen von 100 bis
m die Dicken-, für größere die Längsschwingungen der
zplatte. Für kürzere Wellen sondert man entweder
Oberschwingung der 1 mm dicken Platte aus oder er-
den Kristall nach Abb. 9 und 10 zu Dickenoberschwin-
gen. Die Quarzplatte wird hierbei mit einem Elektro-
aar *b b* von einer Länge gleich höchstens der halben ent-
henden mechanischen Wellenlänge $\left(\frac{\lambda'}{2}\right)$ an der Stelle
Schwingungsbauches erregt und schwingt dadurch mit
n Vielfachen ihrer Grunddickenschwingung.

Abb. 11 zeigt eine Senderschaltung mit dem Quarz als
geber der Frequenz. Der Quarz *c* liegt am Gitter der
erröhre *f*, parallel zu einer Drossel *g*. Besonders
derlich ist die Kristallsteuerung bei Kurzwellensen-

[1]) Vergl. W. G. Cady, Proceedings of the Institute of Radio and
Engineers Bd. 10 (1922) S. 88 und Journal of the Optical Society
erica and Review of Scientific Instruments Bd. 7 (1925) S. 475.

Abb. 6
Bestimmung der Quarzresonanz nach Cady
c_1 Quarzkristall
c_2 Drehkondensator

Abb. 7
Änderung der Kapazität des Quarzes in der Nähe der Resonanz und Stromverlauf im Drehkondensator c_2
J Strom durch den Drehkondensator C_1 Kapazität des Quarzes *f* Frequenz

Abb. 8
Frequenzänderung bei Kapazitätsschwankungen des Schwingungskreises mit und ohne Quarzkondensator
C_2 Kapazität des Schwingungskreises *f* Frequenz

Abb. 9
Erregung zur zweifachen Grundschwingung

Abb. 10
Erregung zur dreifachen Grundschwingung

c Quarz *b b* Elektroden

Abb. 11
Senderschaltung mit Quarzkristallsteuerung
c Quarzkondensator
f Senderröhre
g Drossel

dern. In Abb. 12 ist die schematische Schaltung der b
Nauener Kurzwellensender wiedergegeben[2]). Der Kris
hat eine Eigenschwingungszahl, die einer Wellenläng
100 m entspricht. Die Energie der ersten Röhre, et
bis 2 W, wird mittels zweier Röhren verstärkt, dan
Frequenz vervierfacht ($\lambda = 25$ m) und die Energie m
dreier weiterer Röhren auf 20 kW verstärkt.

Erwähnt sei noch das im Jahre 1917 von L a n g e
gebaute Unterwasser-Schallgerät zur Echolotung. Es b
aus zwei 3 cm dicken Stahlplatten, zwischen denen
100 cm² große Quarzplatte von einigen mm Dick
festigt ist. Die durch eine hohe elektrische Wechsel
nung erregte Quarzplatte sendet im Resonanzfalle s
mechanische Wellen aus. Zur Ausstrahlung von 1 W D
energie je 1 cm² Oberfläche sind 2500 V erforderlich.
gekehrt kann das Gerät auch als Empfänger dienen, i
die von außen wirkenden Drücke gleicher Frequenz a
Quarzflächen Wechselspannungen hervorrufen. [M 3

[2]) Vergl. M e i ß n e r, Zeitschr. f. techn. Physik Bd. 7 (1926)

Abb. 12
Schaltung des Naue
Kurzwellensender

Gußeisen mit Nickel- und Chromgehalt

Der Verbrauch an Chrom und Nickel ist in deutschen Gießereien recht gering. Wie P. O b e r h o f f e r und E. P i w o w a r s k y [1]) bei einem längeren Aufenthalt in den Vereinigten Staaten von Amerika feststellten, werden dort dagegen, seitdem man den verbessernden Einfluß beider Metalle auf die Eigenschaften von Gußeisen durch umfangreiche praktisch-wissenschaftliche Arbeiten der International Nickel Co. erwiesen hat, beträchtliche Mengen Chrom und Nickel zur Veredelung des Gußeisens benutzt. Aus den amerikanischen Untersuchungen, denen von Guillet und auch von Piwowarsky ergab sich: Nickel vermindert etwas den Gesamtkohlenstoffgehalt des Eisens, begünstigt mäßig den Karbidzerfall, neigt auch dazu, den Perlitanteil im Gefüge etwas herabzusetzen, und ist bestrebt, die perlitische Grundmasse mehr und mehr in Sorbit und in Martensit zu überführen. Nickel erhöht also die Härte des Gußeisens nennenswert, obgleich es den Gehalt an gebundenem Kohlenstoff etwas verringert. Siliziumzusatz zum Gußeisen vermindert ebenfalls die Menge gebundenen Kohlenstoffes und dagegen auch die Brinell-Härte, allerdings nur in größeren Wanddicken, während ein Zusatz von Chrom genau das Gegenteil bewirkt. Bei sehr kohlenstoffreichen Legierungen scheint Nickel die Menge gebundenen Kohlenstoffes anfangs herabzusetzen und dann wieder etwas zu erhöhen.

Übereinstimmend mit der International Nickel Co. fand Piwowarsky schon früher, daß bei kohlenstoffreichen, siliziumärmeren Legierungen der Einfluß des Nickels sehr deutlich erkennbar ist und in Mengen bis etwa 1 vH, jedoch nicht in größeren, die Zugfestigkeit von Grauguß steigert. Siliziumreichere Legierungen zeigen dagegen bei bis zu 5 vH Nickel ein Ansteigen der Zugfestigkeit. O. S m a l l e y und auch W. G. M e r t o n fanden, abweichend von Piwowarsky, daß Nickelzusatz beachtliche Graphitverfeinerung bewirkt. Bei größeren Nickelzusätzen empfiehlt es sich, weniger Silizium zu verwenden, weil Nickel die Graphit-Bildung ähnlich wie Silizium beeinflußt, damit man völlig graues, gut bearbeitbares und dennoch festes Eisen erzielt. Es ergab sich, daß sich Si und Ni bei gleichbleibendem Gesamtkohlenstoff im Gußeisen im Verhältnis von 1 Si : 2 Ni ergänzen.

Die Zähigkeit von Gußeisen wird durch Nickelzusatz stark erhöht. Besonders bei Gußstücken mit verschiedenen Wanddicken macht Nickel das Gefüge gleichmäßig. An Würfeln von 100 mm Kantenlänge aus Grauguß beobachteten die amerikanischen Forscher, wie zunehmender Nickelgehalt zur Gleichmäßigkeit des Gefüges und der Härte beiträgt. Nickel macht den Eisenguß auch dichter, und
Neigung, poröse Stellen zu bilden, nimmt ab. Daher e
sich Nickelgußeisen besonders für Kolben, Zylinder un
Kompressorenbau.

[1]) „Gießerei" Bd. 14 (1927) S. 585.

Will man neben dem günstigen Einfluß des Ni
durch gleichzeitigen Chromzusatz größere Festigkeit
erweiterte Verfeinerung der metallischen Grundmass
reichen, ohne daß die härtende Wirkung des Chroms
unangenehm bemerkbar macht, so wählt man ein Verh
von Nickel zu Chrom von mindestens 1 : 2,5. Nickel
ringert auch die Empfindlichkeit des Gefüges von Guß
gegen Abschreckung. Schon bei 0,75 vH Ni bilden
nicht mehr harte Stellen. Für dünnwandige Herde,
Spinnereimaschinen u. a. werden auch in Deutschland w
stens 0,5 vH Ni angewendet und man erhält weichen,
samen, elastischen und gut bearbeitbaren Guß von g
mäßigem Gefüge. Gußspannungen werden durch Nick
satz vermieden, eine Tatsache, die wichtig für den R
torenguß ist. Nickelhaltiges Gußeisen von 250 Brinell-
ist außerordentlich gut bearbeitbar. Dagegen macht ni
freies von etwas über 210 Brinell schon Schwierigk

Piwowarsky fand, daß auch höchstwertige Guße
sorten durch Nickel und Chrom noch um 10 bis 30 vH h
Festigkeitseigenschaften erhalten. Solcher Werkstoff
sich bei Biegefestigkeiten von etwa 90 bis 130 kg/mm²
bei Zugfestigkeiten bis etwa 75 kg/mm² und bei Härten
200 bis 300 Brinell mit gewöhnlichen Drehstählen m
stens ebenso gut bearbeiten wie unlegierter guter Gra

Für Hartguß ist der Zusatz von Chrom und Nickel
tig. Chrom steigert die Oberflächenhärte, verfeinert
Korn, und gleichzeitig vorhandenes Nickel mildert den
fluß des Chroms auf die Empfindlichkeit gegen Stoß und

In Amerika wendet man bisweilen Nickelgehalte
2,5 bis 6 vH bei 0,5 bis 1,5 vH Chrom an, um Oberflä
härten von 550 bis 700 Brinell zu erhalten. Für beso
hohe Oberflächenhärte empfehlen die Amerikaner
bis 1 vH Nickel und 0,5 bis 1,5 vH Chrom. Durch St
rung des Siliziumgehaltes (bis etwa 2 vH) wird dann
Einfluß erhöhten Chromgehaltes ausgeglichen. Solche
gierungen, als Adamite patentiert, werden für Hart
walzen, Kammräder, Kaltwalzen, Seilrollen, Ziehringe, Z
ritzel usw. benutzt; sie lassen sich schmieden.

Oberhoffer und Piwowarsky veröffentlichen in
Arbeit eine umfangreiche Übersichtstafel über die wic
sten Verwendungsgebiete von Nickelgußeisen mit Ang
über die chemischen Zusammensetzungen. [N 848]

Berlin Dr.-Ing. Martin W. N e u f e

RUNDSCHAU

Schiffbau

Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Die diesjährige, achtundzwanzigste ordentliche Hauptammlung fand vom 17. bis 19. November in Berlin statt. Vorsitzende, Geheimrat Busley, überreichte dem eren Schiffbaudirektor Schwarz, Hamburg, die sile Denkmünze des Vereines als Anerkennung für die ihm gehaltenen Vorträge. An Stelle des erkrankten . Laas verlas Obering. Buchsbaum dessen Vortrag

chzig Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd.

Nach einem Überblick über die Entwicklung der äuße- Form und des Inhaltes der Vorschriften geht der Vorauf ihren Sinn und ihr Entstehen ein. Ihren Hauptlt bilden noch die Bestimmungen über die Hauptteile Verbandes. Im Bilde wurde gezeigt, wie sich die Zumensetzung der Leitzahlen aus den Hauptabmessungen die wichtigeren Bauteile geändert hat. Die Gewährung s Mindestfreibords auf Grund einer internationalen igkeitsnorm würde die Bauvorschriften aller Länder nder weiter annähern. Im Gegensatz zu früher bezieht heute auch kurze Aufbauten mit in die oberste Gurtung. Wesentlich ist die sorgfältige Nietung. Der Germahe Lloyd verfolgt die Bestrebungen, die Nietung durch veißung zu ersetzen; in der Genehmigung müßte er vorerst sehr vorsichtig sein. Die Vorschriften für Prüfung der Werkstoffe sowie für Maschinen und Kesselgen entstanden erst um 1890. Die Vorschriften über chinen und Kessel sind weniger Vorschriften für den , als solche zur Verhütung von Unfällen. Es hat sich iesen, daß die Verluste ganzer Schiffe der deutschen delsflotte vor dem Krieg unter dem Gesamtdurchschnitt unter den Verlusten der englischen Handelsflotte lagen. Anschließend sprach Prof. Lienau, Danzig, über

ersuchseinrichtungen und -ergebnisse des Instituts für hiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Danzig.

here Versuche an Schiffen und Einzelbauteilen und Meßten im Seegang haben noch keine einwandfreien Schlüsse den Gesamtverlauf der Spannungen ergeben, so daß notwendig sei, die wissenschaftlichen Grundlagen für ftige Versuche im großen durch Versuche an Modellen schaffen. Unterstützt durch Vereine und die dortige istrie verfügt die Technische Hochschule Danzigs nunr über eine Versuchsanlage, die sich für die besondern orderungen der schiffbautechnischen Forschung eignet. Verdrehungsversuche an geschlossenen Versuchskörpern ben gute Übereinstimmung mit dem Hookeschen Gesetz den Formeln von Bredt und Lorenz. Drei jeweils an m Punkt angesetzte Dehnungsmesser ergaben den Verder Spannungsellipse. Lukeneinschnitte vergrößern Gesamtverdrehungswinkel und verringern die Drehgkeit. Die Schubspannungen an den Lukenenden steiauf das 1,7- bis 4fache, und neben den Luken treten erhebliche Zug- und Druckspannungen auf.

Biegeversuche zeigten, daß man die Spannungen theoich mittels der Airyschen Spannungsfunktion genügend au berechnen kann. Die Spannung im Steg verläuft n die Auflager hin nicht mehr geradlinig. Die neue Achse senkte sich nach den Auflagern hin, was wohl in liegt, daß die mittragende Breite im Zuggurt stark immt und der Druckgurt erheblich besser mitträgt. Nach knicken des Druckgurtes würden sich die Verhältnisse ern, doch würde neben der Plattendicke das Seitenvernis eine erhebliche Rolle spielen.

In der Aussprache bezweifelte Dr. Dahlmann, Hamg, die Möglichkeit, die Versuchsergebnisse auf die Vernisse in der Natur zu übertragen. Dr. Wrobbel, burg, begrüßte die grundlegenden Versuche und wies die Schwierigkeit der Messungen an Bord von Schiffen Dr. Schnadel, Berlin, betonte die Notwendigkeit Theorie neben dem Versuch, Dr. Siemann, Bremen, fahl, gleichzeitig die Schiffsbewegungen bei Meßfahrten uzeichnen. Im Schlußwort forderte der Vortragende, man vom grundlegenden Versuch an Modellen zur Meßt an Bord schrittweise vorgehe.

Am Nachmittag folgte der Vortrag von Obermarinerat Lottmann, Wilhelmshaven, über

Erfahrungen bei der Anwendung elektrischer Lichtbogenschweißung im Schiffbau.

Marinewerft hat eine Schweißanlage errichtet, in der Schweißstrom den Hellingen von einer Hauptstelle aus zugeführt wird. Da das Verhältnis der Schweißzeit zur Leerlaufzeit für jede Arbeitsstelle 0,26 bis 0,29 beträgt, und der Leerlaufverbrauch der Einzelumformer bedeutend ist, so verbraucht eine solche Anlage im Vergleich zu 30 Einzelumformern weniger Strom. Für die Elektroden werden zumeist mittelharte Drähte verwendet. Nackte Elektroden sind aus wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Gründen den umhüllten vorzuziehen. Den Ausschlag für gute Schweißungen geben die Schweißer selbst.

Zahlreiche Zerreißproben haben gezeigt, daß Stumpfschweißungen die gleiche Fließgrenze wie ungeteilte Stabe hatten und das Fließen außerhalb der Schweiße eintrat. Längsverbindungen haben bei hartem Blech teils etwas niedrigere, bei weichem Blech teils etwas höhere Fließgrenze. Die Schweiße brach ein, sobald das Fließen begann. Stoßverbindungen hatten 78 bis 82 vH Bruchfestigkeit des ungeteilten Stabes, d. h. um rd. 20 bis 25 vH mehr als Nietverbindungen. Längsverbindungen ergaben 76 bis 90 vH. Scherbeanspruchungen hält die V-Schweißung mindestens ebenso gut wie die zweireihig überlappte Nietung aus. Das Verhalten gegen Stoßbelastungen zeigten Sprengversuche an zwei Kästen. Der geschweißte beulte sich ein, ohne zu reißen, der genietete riß an einer Versteifung auf.

Beim Zusammenbau größerer Stücke stört, daß besonders bei Naht- und fortlaufenden Kehlschweißungen, weniger bei unterbrochenen Kehlschweißungen quer zur Schweißraupe beträchtliche Schrumpfungen auftreten. Bei weicheren Blechen läßt sich das durch Hämmern der Schweißung in kaltem Zustand ausgleichen. Bei härteren Blechen ist das Vorheften der Teile, möglichst abwechselnd mit dem Fertigschweißen vorzuziehen, obwohl der Ausgleich nicht so gut ist. Ein 14 m langes Boot ergab, auf diese Art geschweißt, 2 bis 14 mm Abweichung vom Lehrgerüst. Auch ein 160 m langer Neubau, bei dem nur die inneren Verbände in größerem Umfang geschweißt wurden, schrumpfte um mehrere Zentimeter.

Bei einem elektrisch geschweißten Schott wurden 14,7 vH an Gewicht gespart. Ferner ermöglicht die Schweißung, bei kleinen, leicht gebauten Schiffen die Längsspantenbauart anzuwenden. Die Wirtschaftlichkeit hängt vom Umfang der Schweißungen ab. Werden z. B. Schotte und ganze Decks geschweißt, so nähern sich die Herstellkosten wegen der Nacharbeiten denen der Nietung.

Obering. Danz, Berlin, berechnet bei der angegebenen Ausnutzung für die Anwendung von Einzelumformern und einer Hauptanlage den gleichen Stromverbrauch. Dr. Strelow machte für das Versagen von Schweißungen weniger die Schweißer als die Betriebsleitung verantwortlich, Malisius, Kiel, meinte, daß man das Arbeiten der Schiffsteile ruhig zulassen könne, Allardt, Hamburg, wies auf die Kurse zur Ausbildung von Schweißern vom Verband für autogene Metallbearbeitung hin, und Dir. Vaas, Berlin, betonte, daß die Ersparnis durch Zeitgewinn bei umhüllten Elektroden mehr ausmache als die Mehrkosten.

Danach sprach Dir. Salge, Berlin, über

die Lentz-Einheitsschiffsmaschine.

Als Anwendungsbereich sind Leistungen von 500 bis 5000 PS_i bei 70 bis 125 Uml./min vorgesehen. Zur Vereinfachung des Aufbaues ist die Oberflächenkondensation abgetrennt worden. Die Erfolge der deutschen Motorenindustrie waren der Anlaß, eine Schiffsdampfmaschine zu entwerfen, die in weiten Grenzen bei guter Wirtschaftlichkeit mit wenig Modellen weitgehend anwendbar war. Überhitzung und Dampfdrücke mußten die neue Entwicklung berücksichtigen. Nach diesen Gesichtspunkten ist die Lentz-Einheitsschiffsmaschine als Zwillings-Verbundmaschine mit Ventilsteuerung ohne Aufnehmer für 14 at Überdruck und 325 ° Überhitzung an der Maschine durchgebildet. Die bis jetzt ausgeführten Größen bis zu 3400 PS_i haben Handumsteuerung. Durch Wärmebehandlung werden die Ventile von Gußspannungen befreit. Besondere Ausgleicher ermöglichen, die Ventilspindeln im Betrieb nachzustellen.

Versuche an Anlagen im Betrieb ergaben einschließlich aller Hilfsmaschinen einen Kohlenverbrauch von 0,48 bis 0,55 kg/PS_ih, bei Kohle von 7300 kcal/kg mittlerem unterem Heizwert. Die Vorzüge der Maschine liegen zunächst in der Anwendung von Ventilen für Heißdampf; wärmetechnisch vorteilhaft ist auch die Ausführung als Zwillings-Verbundmaschine Woolfscher Bauart ohne Aufnehmer.

In der Erörterung zeigte Christiansen, Harburg, die von ihm entwickelte Zwillings-Verbundmaschine mit Schiebersteuerung und Gleichstrom-Niederdruckzylindern.

Dir. Hartmann, Kassel, erläuterte die neueren Bestrebungen, die Überhitzung auf 400 ° zu erhöhen. Außer Rauchrohrüberhitzern wendet er Überhitzer in hochliegenden Flammrohren an, die beim Anfahren abgeschaltet werden. Dir. Joos, Hamburg, ging auf die Schmierung bei Heißdampf und auf den Fortschritt im Zusammenhang mit der Entwicklung der Dieselmotoren ein. Er empfahl, die Zylinderwand und nicht den Dampf zu schmieren. Prof. Stumpf, Berlin, berichtete über seine Zwillingsverbund-Gleichstromdampfmaschine.

Am Freitag sprach Marinedirektor Schwarz, Hamburg, über

die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe.

Nach den Schiffsunfällen in den letzten Jahren scheint die gebräuchliche Lukeneindeckung den Beanspruchungen nicht gewachsen zu sein. Auch die jetzt für große Luken vorgeschriebenen hohen Luksülle wirken nachteilig, da sie bei Belastung durch Wasserdruck und Seeschlag einwärts federn und die Deckel heraussprengen. Diese Gefahren lassen sich nur durch niedrige Sülle und eiserne, wasserdicht verschraubte Lukendeckel beseitigen.

Zu beachten ist der Einfluß der Betriebstabilität auf die Hebelarmlinie. Durch Winddruck, Wasser auf dem Wetterdeck, besonders bei hohem, festem Schanzkleid und Übergehen der Ladung kann der Gesamtschwerpunkt so verschoben werden, daß schon das Eindringen geringer Wassermengen durch Luken das Schiff zum Kentern bringen kann.

Von den vorgeschlagenen Verbesserungen und ausgeführten eisernen Lukendeckeln behandelte der Redner ausführlich einen von ihm herrührenden eisernen Lukendeckel, der auf Rollen verschiebbar ist und am Luksüll wasserdicht festgeschraubt wird. Er empfahl, gleichzeitig einen geschlossenen Verkehrsgang unmittelbar unter Deck in der Mitte des Schiffes anzuordnen. Die Ausbreitung von Feuer würde durch eiserne Lukendeckel verhindert und Brände könnten bequem durch Gas erstickt werden. Dr. Rieß, Berlin, legte die Schwierigkeiten bei der internationalen Regelung solcher Fragen dar, Ziv.-Ing. Benjamin, Hamburg, die unzulänglichen Stabilitätsverhältnisse. Obering. Winter, Hamburg, übte Kritik an der Unfallstatistik des Vortrages. Obering. Buchsbaum, Berlin, hielt die vorgeschriebenen Luksülle für genügend.

Dr.-Ing. Saß, Berlin, sprach dann über

Doppeltwirkende kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren für Schiffstrieb.

Vor dem Bau des doppeltwirkenden Einzylinder-Versuchsmotors (Bauart Hesselman) für 1000 PS hat die AEG Sonderversuche ausgeführt. Die Untersuchung der Spülluftvorgänge in einem Glaszylinder führten dazu, die Schlitze axial und tangential unter bestimmtem Winkel anzuordnen, wodurch der Spülluft eine schraubenförmige Bewegung erteilt wird. Der Brennraum von Hesselman mit hochgezogenem Kolbenboden wurde auch beim Zweitakt beibehalten. Das obere Brennstoffventil hat einen Kranz von 12 Düsen mit je einer Bohrung. Das hat die Strahllänge auf rd. 21 cm verkleinert, was mit Rücksicht auf die begrenzte Durchschlagkraft der Brennstoffstrahlen vorteilhaft ist. Auf der unteren Seite ist diese Länge schon wegen der Kolbenstange begrenzt. so daß ein Kolbenkragen fehlt. Hier sind 10 Ventile um die Kolbenstange herum angeordnet.

Die Membranfeder gewährleistet durch ihre große Kraft und geringe bewegte Masse ein äußerst rasches Schließen des Brennstoffventils, da der Hub selbst bei Vollast nur 0,1 bis 0,15 mm beträgt. Da sich die Membranspindel im Betrieb nicht bewegt, dichtet die Stopfbüchse besonders gut ab. Bei dem erforderlichen Öldruck treten Druckwellen in der Brennstoffleitung auf. Durch geeignete Abstimmung der Membranspannung, von Länge und Durchmesser der Leitung und der Form der Brennstoffnocken kann man diese Druckwellen auf ein zulässiges Maß vermindern. Die Brennstoffpumpe unterscheidet sich nicht wesentlich von bekannten.

Der geteilte Zylinderrahmen ermöglicht ein bequemes Ausbauen der Laufbüchsen mit den Kühlmänteln und dem Zylindermittelstück, das die Spülluft- und Abgasführungskanäle enthält. Dieses Mittelstück ist von den Verbrennungsdrücken völlig entlastet. Die Laufbüchsen aus geschmiedetem Stahl nach der neuesten Ausführung haben einen normalen Flansch. Sie werden durch die Deckel gehalten, die selbst mit den am Zylinderrahmen befestigten Stahlgußringen verbunden sind.

Die Kolbenkappen sind ebenfalls aus Stahl geschmiedet. Um zu vermeiden, daß Stahl auf Stahl läuft, führt man den Kolben in den Laufbüchsen mittels eines geteilten gußeisernen Mantels. Die Kolbenstange gleitet in Huhnscher Stopfbüchse mit zwei Federringen und geteiltem Dichtungsring.

Da die Anfahrventile mit Druckluft betätigt werden, hat die Maschine kein Gestänge. Ebenso verschiebt ein Druckluftkolben die Nockenwelle, so daß nur ein Steuer vorhanden ist und das Manövrieren sehr einfach wird.

Bei den Versuchen an der Maschine von 680 mm Dmr. und 1200 mm Hub wurde als mittlerer Kolbendruc 1000 PS_e und 120 Uml./min nur 4,56 at erreicht. Der m nische Wirkungsgrad betrug 88 vH und der Brennsto brauch 160 g/PS_eh. Das Baugewicht einer Sechszyli maschine für 6000 PS bei 120 Uml./min würde 440 tragen gegenüber 356 t von ausgeführten einfachwirke Viertaktmotoren mit acht Zylindern für 2825 PS_e 125 Uml./min. An Baulänge würden rd. 4,5 m gespart

Ing. Brose, Hamburg, berichtete, daß die Vu werft keine schmiedeisernen Laufbüchsen mehr verw weil Schwierigkeiten der Schmierung dabei auftraten. Immich, Kiel, berichtete über Spülversuche der schen Werke und den dort entwickelten doppeltwirke Zweitaktmotor. Dr. Eichelberg, Zürich, gab auf G dynamischer Spülversuche von Gebr. Sulzer an, wie z. B. mangel durch längeres Offenhalten der Auspuffschlitze gewiesen werden kann. Im Schlußwort erwähnte der tragende, daß die AEG jetzt Perlitguß für die Laufbü verwende, der sich bewährt habe.

Dir. Schönian, Sarstedt, sprach über

moderne technische Einrichtungen in Schiffsküchen

In verhältnismäßig engen Räumen müssen große gen von Speisen, auf Fahrgastdampfern auch Speisen schiedener Art, schnell zubereitet werden. Die Küche möglichst wenig Bedienung verlangen. Trotz hoher spruchung dürfen die Kocher keine Störung erleiden sollen vielseitig verwendbar sein.

Die Kocher werden mit Kohle, Öl, Dampf oder Ele zität geheizt. Einfache Kohlenfeuerung trägt viel Sch in die Küche; Ölfeuerung ist sauberer und läßt sich b regeln, sie bedingt aber ebenfalls einen Rauchabzug besondere Einrichtungen. Die Dampfheizung in Heizsc gen ist vorteilhaft, wenn die Kochtemperatur nicht liegt und die Wärme längere Zeit auf das Kochgut wi soll. Sauberen Betrieb, leichte Reglung, große Gleichmä keit und Einfachheit in der Bedienung bietet die elektr Heizung, nur sind ihre Einrichtungen und der Betrieb t

Die wichtigste Kücheneinrichtung ist der Herd. den elektrischen Herden liegen die Heizwiderstände unm bar unter der Platte und unter den Bratöfen. Bei den G öfen wirkt die Feuerung mittels Holzkohle oder Koks einem Rost oder die elektrische Heizwicklung oberhalb mittelbar durch Strahlung auf das Röstgut. Sie sind geschlossen und haben oft einen durch Uhrwerk oder tromotor angetriebenen Spieß für den Braten. Die Back werden ebenfalls verschieden beheizt. Die Temperatu den Backräumen beträgt 200 bis 350 °. Je nach der He ist ein Dampferzeuger für den zum Backen erforderli Dampf vorhanden. Schutz gegen Wärmeverluste ist vorges

Die Dampfkochkessel sind doppelwandig und we unmittelbar durch den Dampf des Wasserbades geheizt, auf eine der genannten Arten erwärmt wird. Sie sind luftdicht schließenden Deckeln versehen, so daß die Sp bei 0,3 bis 0,5 at, entsprechend 105 bis 108 °, gekocht we Auch die Gemüse dämpft man mittels eines Wasserb

Von den Hilfsmaschinen sind die Kartoffels maschinen zu erwähnen, bei denen ein raschlaufender D körper mit rauher Oberfläche die Schale der aufgeschütt Kartoffeln abreibt. Ferner werden Teigknet- und an Maschinen verwendet. Die Herde und die Dampfkochk sind für den Handelsschiffbau genormt. Bei den Kri schiffen weichen die Einrichtungen wenig ab, nur s man noch mehr nach Platz- und Gewichtersparnis.

Zum Schluß sprach Jaeger, Stuttgart, über

Fortschritte der Anstreichtechnik.

Das für Ölfarben verwendete Leinöl trocknet langsam infolge Sauerstoffaufnahme aus der Luft. D nimmt sein Volumen zu, so daß, wenn die Grundschic arbeiten, die Deckschichten oft noch nach Jahren reißen abplatzen. Während früher die Ölfarben einfach über andergestrichen wurden, wendet man jetzt ölfreie Gr und Zwischenschichten an, die jahrelang unverändert ben. Rostbildung verursacht starke Veränderungen. elastische Ölfarben und gut abdichtende Anstreichmittel Nitrozellulose verbessern den einfachsten wie den fein Anstrich erheblich. Nur auf diese Weise erzielt man was dichte Anstriche, was mit Ölfarben allein nicht möglich

Beim Überstreichen von alten Ölfarbschichten k man durch Anwendung von Harzzellulose-Esterlösungen alten Schichten etwas auflösen. Die Haltbarkeit der striche steht in engem Zusammenhang mit dem Aufbau Farben und der Schmiegsamkeit und Dichtheit der schütz den Farbschicht. [N 994] Luchsinge

Aus dem Ausland

:aumaschinen

ikanische Kabelbagger

Kabelbagger sind bereits
ı 15 bis 20 Jahren in den
:ten Staaten von Amerika
g ausgeführt worden[1]).
letzten Jahren sind die
gger auch in Deutschland
usführungen der Firma
ichert, A.-G., bekannt ge-

ımerikanischen Kabelbag-
chen in ihrer Gesamt-
ng voneinander nur ver-
ıäßig wenig ab und
in der Regel nach Kübel-
ınd Spannweiten auf Nor-
rten gebracht, die viel-
ı Bestand des Maschinen-
der Bauunternehmer ge-

·ten und Arbeitsweise

Arbeitsweise und Bedie-
r Kabelbagger ähnelt der
ɔlkrane. Im wesentlichen
die Kabelbagger aus dem
ismäßig hohen Maschi-
mit gemeinschaftlichem
und Führerhaus am
und dem niedrigen Ge-
: am andern Ende des
es, Abb. 1 und 2. Die
s Maschinenturmes rich-
nach der Spannweite der
sowie etwa vorhandenen
ınebenheiten. Eine Min-
ist auch deshalb erfor-
damit die Laufkatze mit
Kübel ohne Strom, d. h.
st bergab zur Schürfstelle
:ann. Hierzu ist unter
ı Verhältnissen eine Nei-
ɔn etwa 15 vH, bezogen
Tragseilendbefestigungen,

ilen, wenn das Bagger-
h Schmalspurwagen oder
ördermittel weiterbeför-
rden soll, wird der Ma-
urm zweckmäßig mit
berladebunker ausgestat-
len das Fördergut nach
ng des Kübels gelangt.
ndre Entlademöglichkeit
Abstürzen auf die Halde.
st ist der Maschinenturm als einfacher Holzmast
det, der zur Erhöhung der Knicksicherheit mit
vehrung verspannt ist, seltener sind Eisentürme in
ıstruktion anzutreffen. Häufig findet man in
Kabelbagger, bei denen der Gegenblock durch
züge in beschränktem Maße seitlich verschiebbar
1 und 2.

[1] ahle: Über Kabelbag-
ınd Schürfbagger, „Bau-
3d. 1 (1923) Heft 1.

Abb. 1 und 2
Allgemeine Anordnung eines Kabelbaggers mit verstellbarem Gegenblock

a Turm
b Tragkabel
c Gegenblock
d Hauptabspannung
e Hubseil
f Fahrseil
g Kübel in Kippstellung
h Windabspannung
i Halteseile
k Winde
l Flaschenzugseil
m Handwinde
n ausgebaggerte Grube
o Aufschüttung
p, *q*, *r* Windverankerungen

Abb. 3
Seilschema des Sauerman-Kabelbaggers

a Tragseil *b* Hubseil *c* Fahrseil *d* Hubtrommel *e* Fahrtrommel
f Flaschenzug zum Tragkabelheben *g* Endbefestigung des Tragkabels

Abb. 4
Schürfkübel mit Kettenzaum

a Laufkatze
b Schürfkübel
c Kettenzaum
d Kippkette
e Zaumrolle
f Kippanschlag
g Kippblock
h Schneidezähne

Bei fahrbaren Anlagen werden der Maschinenturm und der Gegenblock durch Betätigung einfacher Handwinden fortbewegt.

Zum Antrieb des Baggers selbst dient eine Zweitrommelwinde, die durch Dampfmaschine oder Elektromotor in Bewegung gesetzt wird. Auf die eine Trommel wickelt sich das Schürf- (auch Fahr-)Seil auf, das die Fahrbewegung der Laufkatze übermittelt. Die zweite Trommel steht mit einem mehrfachen Flaschenzug am Turmkopf in Verbindung, der am Tragkabelende befestigt ist, Abb. 3. Durch entsprechende Drehung dieser Trommel wird das Tragseil, und zwar gleichzeitig, während die Katze selbsttätig bergab fährt, gesenkt, bis der an der Laufkatze angehängte Schürfkübel, Abb. 4, den Grund der Baugrube erreicht hat. Sobald dies geschehen ist, wird die Abwärtsfahrt der Katze durch den Führer gebremst, ebenso die Absenkung des Tragkabels stillgesetzt.

Durch Umsteuern der Antriebmaschine wird die Fahrtrommel in umgekehrte Drehrichtung versetzt, worauf sich die Laufkatze nebst Kübel nach dem Maschinenturm bewegt. Hierbei wird der Schürfkübel angefüllt, die hierzu erforderlichen Steuerbewegungen werden vom Baggerführer geleitet. Nach Beendigung dieses Vorganges wird die Hubtrommel ebenfalls eingeschaltet, so daß sich das Tragkabel mit der Laufkatze und dem gefüllten Kübel anhebt, und zwar während der andauernden Vorwärtsbewegung der Katze.

Über der Entladestelle ist auf dem Tragseil ein Anschlag befestigt, der bei Haldenschüttung auch verstellbar sein kann. Die Laufkatze wird bei ihrer Aufwärtsbewegung

Abb. 5
Auf Raupenbändern laufender Kabelbaggerturm von Bucyrus

Abb. 7
Schürfkübel „Pioneer“ (rückwärts entleerend)

Abb. 6. Antriebwinde eines Kabelbaggers mit Drehstrommotor für zwei Geschwindigkeiten (z. B. 1200/400 Uml./min)

durch diesen Anschlag festgehalten, und der durch den Kettenzaum an der Laufkatze befestigte Kübel wird durch die Kippvorrichtung entleert. Nach diesem Vorgang wird zunächst die Fahrtrommel umgesteuert, der Kübel kehrt wieder in seine Ausgangslage zurück, und die Laufkatze fährt selbsttätig abwärts zur jeweiligen Schürfstelle.

Zur Einleitung der verschiedenen Steuerbewegungen ist ein einziger Kranführer nötig, der in der Regel unmittelbar neben der Antriebwinde seinen Platz hat und auf diese Weise auch die Antriebmaschine und die Winde überwachen kann. Die Firma Bucyrus hat auf Raupenbändern laufende Kabelbaggertürme, Abb. 5, gebaut und den Führerstand auf dem Maschinenturm erhöht angeordnet, so daß der Führer jederzeit den Arbeitsvorgang des Kübels im Auge behalten kann.

Neuerdings wird ein in den Vereinigten Staaten häufig angewandter Drehstrommotor mit mehreren Geschwindigkeitsstufen benutzt, Abb. 6, so daß die sonst üblichen Zahnrädervorgelege vermieden werden. Diese polumschaltbaren Zwei- oder Mehrgeschwindigkeitsmotoren, Sonderbauarten der General Electric und der Lincoln Electric Co., können mit einem Geschwindigkeitsunterschied bis zu etwa 1 : 6 gebaut werden und tragen auch bei den Kabelbaggern zur Steigerung der Förderleistung wesentlich bei.

Konstruktionseigenheiten weisen die Kübelbauarten nebst Kippvorrichtungen auf. Bei den Baggern der Firma Sauerman, die bei weitem die meisten Kabelbagger hergestellt hat, wird das Fördergut wieder nach vorn über die Schneidezähne gekippt, wobei der hintere Teil des Kübels durch die Aufhängeketten hochgehoben wird. Bei andern Bauarten wird dagegen der Kübel nach rückwärts entleert, und zwar ist z. B. der Pioneer-Kübel ähnlich ausgebildet wie der Löffel eines Löffelbaggers, Abb. 7. Der unter dem Tragseil befindliche und mit der Entleervorrichtung verbundene hakenartige Schwinghebel gelangt an der Kippstelle unter einen entsprechend ausgebildeten schrägen Ansatz, der auf dem Tragkabel befestigt ist, so daß durch die Hebelübertragung der hintere Kübelverschluß geöffnet wird.

Bei dem Schürfkübel nach Link-Belt, Abb. 8, wird in ähnlicher Weise wie beim Pioneer-Kübel die segmentartig ausgebildete hintere Kübelwand aufgeklappt, nach vor der Katze herlaufende Rolle den Kippanschlag Tragseil berührt hat. Die beiden zuletzt erwähnt rückwärts arbeitenden Kübelentleerungen bieten d teil, daß der Kraftaufwand beim Kippen geringer beim Kippen nach vorn, da der Kübel vor der Ent nach hinten überhängt.

Wenn das Fördergut in der Nähe des Gegenbloc geschüttet werden soll, wird von der Firma Sauerm Kippvorrichtung hinter der Laufkatze eingebaut, Auch doppelte Kippvorrichtungen, die wahlwei Kübelentleerung am Maschinenturm oder am Geg gestatten, sind wiederholt ausgeführt worden.

Die Mehrzahl der amerikanischen Kabelbagg meist nur behelfsmäßig durchgebildet und erwecke

Abb. 8
Schürfkübelanordnung nach Link-Belt (nach rückwärts entleerend)

a Maschinenturm *b* Tragkabel *c* Hubseil *d* Schürfseil *e* Schürfkübel *f* Kippanschla

Abb. 9
Katze mit Schürfkübel (Anordnung Sauermann) für Kü entleerung am Gegenblock

a Laufkatze *b* Tragseil *c* Schürfkübel *d* Kettenumführung mit Sperrad *e* Kippkette *f* Fahrseil *g* beweglicher Kippans *h* Anschlagshebel

tigen Eindruck. Dies betrifft besonders den hölzernen hinenturm und Gegenblock nebst den zugehörigen Abungen und Verankerungen, auch sind meist ungenügende amente vorgesehen. Dies ist zum Teil darin begründet, die Anlagen nicht dauernd auf derselben Baustelle en, sondern nach Beendigung der Baggerarbeiten in Regel zum nächsten Arbeitsplatze geschafft werden. n der hohen amerikanischen Löhne müssen auch die uarbeiten des Baggers schnell erledigt werden, da die Wirtschaftlichkeit der Anlage in Frage gestellt n kann.

Verwendungszweck

ie Verwendung der amerikanischen Kabelbagger ckt sich hauptsächlich auf Abtragen von Sand- oder alden, Lehm- und Tongruben, ferner zum Ausbaggern Flußläufen und Kanälen, Ausheben von Gruben für lungen, Herstellung von Böschungen. Die Firma Linkbaut die Kabelbagger in Verbindung mit Kies- oder ufbereitungsanlagen und liefert Brech- und Sieben und alle erforderlichen Fördereinrichtungen usw. eschlossenes Ganze mit. Die Spannweiten der americhen Kabelbagger schwanken zwischen 100 und etwa , die Fassungsvermögen der Schürfkübel im Durcht zwischen 0,5 und 2,5 bis 3 m³. Bucyrus hat für Kanaonszwecke 14 Kabelbagger nach dem Mississippi get, die mit Kübeln von 4 bis 6 m³ ausgerüstet waren. ie bei Kabelbaggern zu erreichende Schürftiefe kann wa zu einem Drittel der Spannweite getrieben werden, as Profil der ausgebaggerten Erde schmiegt sich der eglinie des Tragseiles an. Auch unter Wasser kann chürfkübel arbeiten, um z. B. Kies- oder Sandbänke agen, und der Gegenblock wird mitunter auf Pfählen asser verankert. Beim Abtragen von Tongruben wird aggergut spanartig abgeschält, beim Entleeren wird der ganze Kübelinhalt mit einem Mal abgestürzt.

Förderleistungen

er von mir im Hafengebiete von Baltimore besichtigte, ie Arundel Corp. aufgestellte Kabelbagger, Bauart man, hatte eine Tagesleistung von 2500 bis t Sand und Kies. Die Spannweite dieser Anlage befast 200 m, das Fassungsvermögen des Kübels etwa Bei einem durchschnittlichen Förderwege von etwa dauerte ein Förderspiel, bestehend aus Schürfen und len des Kübels, Heben des Kübel und Fahren (gleicht), Entleeren des Kübels, Rückfahrt des leeren Kübels, ür Betätigung der Steuerorgane usw., etwa 55 bis 60 s, zu berücksichtigen ist, daß der Kies unter Wasser baggert wurde und es der Geschicklichkeit des Führers ssen war, eine genügende Kübelfüllung beim Schürerreichen.

ich die übrigen amerikanischen Kabelbagger weisen Maßgabe des Kübelinhaltes ähnliche Leistungszahlen Die Fahrgeschwindigkeiten betragen bei kleineren weiten bis etwa 200 m/min, bei größeren etwa 300 bis 400 m/min, die Schürfgeschwindigkeiten in der Regel ein Drittel dieser Zahlen. Die Verwirklichung der hohen Förderleistungen bedingt eine sehr geschickte Bedienungsmannschaft; bei größeren Anlagen benutzt man für Kupplungen und Bremsen die Druckluftsteuerung, um den Führer von der körperlichen Betätigung der Steuerorgane zu entlasten. Auch die Verwendung der vorher erwähnten Zweigeschwindigkeitsmotoren für den Windenantrieb trägt zur Leistungssteigerung nicht unwesentlich bei. Die amerikanischen Kabelbagger sind also für bautechnische Förderzwecke sehr praktisch in der Anwendung und können bei den für deutsche Begriffe hohen Förderleistungen bei der Abtragung größerer Geländestücke wertvolle Dienste leisten und ohne besondere Schwierigkeiten von Zeit zu Zeit die Baustelle wechseln.

Der Vollständigkeit halber seien hier die in ähnlicher Weise arbeitenden „Seilkratzer"[2]) angeführt, die auf Kohlen- oder Sandlagerplätzen häufiger anzutreffen sind. Bei diesem Fördermittel ist kein besonderes Tragkabel vorhanden, hingegen ist das Fahrseil endlos und wird am Ende des Lagers über eine Umführrolle umgelenkt. Das Schürfgerät ist halbkreisförmig, ohne Boden ausgebildet und arbeitet ähnlich wie der Kübel des Kabelbaggers. [M 590]

Dresden Dr.-Ing. W. Franke

[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1331.

Kraftanlagen

Die Stromversorgung Moskaus und des Moskauer Industriegebietes

Die Entwicklung der Industrie und die Stromversorgung der Siedlungen in den Vororten und auf dem Lande stellen erhöhte Anforderungen an die Kraftwerke der „Moskauer Vereinigung der Staatszentralen" (Moges), die Moskau und Umgebung mit Elektrizität versorgen[1]).

In der Zahlentafel 1 sind die Leistungsfähigkeit der „Moges"-Kraftwerke, die höchsten Belastungen und die Arbeitsabgabe in den Jahren 1921/22 bis 1926/27 zusammengestellt.

Die geringe Zunahme der Höchstbelastung 1926/27 gegenüber 1925/26 (12,2 vH) wurde durch künstliche Maßnahmen herbeigeführt, indem man vorschrieb, daß in den Fabriken die Uhr um eine Stunde vorgerückt wurde, damit die Lichtstromspitze nicht mehr mit der Kraftstromspitze zusammenfiel, außerdem war einzelnen Kraftstrombeziehern verboten, ihre Motoren zur Zeit der Höchstbelastung an das Netz anzuschließen. Hätte man diese Maßnahmen nicht getroffen, so hätte die Höchstbelastung die Leistungsfähigkeit der „Moges"-Kraftwerke überschritten.

Unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Steigerung des Strombedarfes in den nächsten fünf Jahren ist folgender Erweiterungsplan für die Kraftwerke aufgestellt worden, Zahlentafel 2.

[1]) Nach „Elektritschestwo" 1927 S. 205.

Zahlentafel 1. Betriebzahlen der Moskauer Elektrizitätswerke für 1921 bis 1927

	1921/22	1922/23	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27
ngsfähigkeit der „Moges"-Kraftwerke . . . . . 1000 kW	97,6	109,6	118	119	151,6	157
te Belastungen . . . . „ „	50,1	64,7	69,1	88,4	124	139,1
chs an Belastung gegenüber dem Vorjahr . . . . . . vH	—	29,1	6,8	27,9	40,3	12,2
tsabgabe . . . . Mill. kWh	201,1	231,6	253,7	343,8	466,7	585*)
chs an Arbeitsabgabe gegenüber dem Vorjahr . . . . vH	—	15,2	9,5	35,5	35,7	25,3

) Geschätzt.

Zahlentafel 2. Erweiterungsplan für die Moskauer Elektrizitätswerke

Leistung der Kraftwerke	1926/27	1927/28	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32
s Moskauer Staatskraftwerk Smidowitsch . . . 1000 kW	66	58	93	107,5	107,5	107,5
uer Straßenbahn-Kraftwerk . . . . „ „	18	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5
andwerk Lenin in Schatura . . . . „ „	27	48	92	136	136	136
kraftwerk Klasson in Bogorodsk . . . . . . „ „	30	36	36	51	58,5	58,5
andwerk Kaschira . . . . „ „	12	12	34	78	122	122
e Kraftwerke . . . . „ „	4	7	—	—	—	—
Kraftwerk . . . . „ „	—	—	—	—	40	120
atleistung aller Kraftwerke . . . . „ „	157	199,5	293,5	411	502,5	582,5
tbelastung normal . . . . „ „	172	222	280	337	416	500
„ bei künstlicher Verminderung (s. o.) „ „	139,1	190	250	—	—	—
chs der normalen Höchstbelastung gegenüber dem Vorjahr vH	38,7	29,1	26,1	20,4	23,4	20,2
ngsvorrat der Kraftwerke, bezogen auf die verminderte Höchstbelastung . . . . „	12,9	5	17,4	22	20,8	16,5
ssichtliche Arbeitsabgabe . . . . Mill. kWh	585	740	1060	1300	1600	1900

Abb. 10
Hochspannungsleitungen des Moskauer Gebietes nach dem geplanten Ausbau 1931/32.

Die in Zahlentafel 2 ausgedrückten Erweiterungsarbeiten sehen für die einzelnen Kraftwerke folgende vor:

Erstes Moskauer Staatskraftwerk Smidowitsch: Im Laufe des Jahres 1927 werden drei Turbodynamos abgebaut, wodurch die Leistungsfähigkeit auf 58 000 kW sinkt; sie wird dann durch neue Turbosätze bis auf 107 500 kW erhöht.

Das Moskauer Straßenbahn-Kraftwerk wird durch Aufstellung eines neuen Turbosatzes und Wiederherstellung eines alten für eine Leistung von 38 500 kW erweitert; es ist zum Ausgleich der Spitzenbelastung bestimmt. Seine weitere Vergrößerung hängt von der Höchstbelastung und von der Leistungsfähigkeit der Überlandwerke ab.

Im Überlandwerk Lenin in Schatura werden neue, bereits bestellte Turbosätze für eine Höchstleistung von 136 000 kW eingebaut.

Überlandwerk Klasson in Bogorodsk unweit Moskau (ehem. „Elektroperedatscha“): Durch neue Kessel und Turbosätze soll die Leistung allmählich auf 58 500 kW erhöht werden.

Überlandwerk Kaschira: Bis 1930/31 werden jedes Jahr neue Turbosätze bis 122 000 kW Gesamtleistung aufgestellt. Die Kesselanlage wird schon jetzt für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet. Als Brennstoff wird minderwertige Kohle des Moskauer Bezirkes benutzt.

Ein neues Kraftwerk, mit einer Leistung von 40 000 kW, später 120 000 kW, wird auf den Torffeldern „Orschinski Moch“, unweit Twer, erbaut. Die meisten Kraftwerke der Moskauer Vereinigung werden für örtliche Brennstoffe, hauptsächlich für Torf, eingerichtet.

Das Erste Moskauer Staatskraftwerk verfeuert Naphtha, das Straßenbahn-Kraftwerk Steinkohle; für die nächste Zukunft ist auch hier ausschließlich Kohlenstaubfeuerung vorgesehen.

Die Erweiterung der Überlandwerke, die Torf als Brennstoff benutzen, stellt erhöhte Forderungen an die Technik der Torfgewinnung[2]. In Zahlentafel 3 ist die Torfgewinnung bis einschließlich 1932 für die Überlandwerke Klasson und Lenin und für das neue Kraftwerk bei Twer zusammengestellt.

Wie aus Zahlentafel 3 ersichtlich ist, bleibt in den letzten Jahren die Torfgewinnung für das Überlandwerk Klasson unverändert 360 360 t; dies erklärt sich aus der beschränkten Ergiebigkeit des örtlichen Torffeldes, das eine Leistungserhöhung des Kraftwerks über 58 500 kW nicht gestatten würde. Wie sehr die Torfgewinnung steigt, ersieht man aus einem Vergleich mit den Zahlen aus den Vorkriegsjahren. Nur dank der Entwicklung der Torfgewinnungstechnik, besonders des Hydrotorfs[3], um

[2] Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 585.

Zahlentafel 3
Die Torfgewinnung für die Moskau
Kraftwerke von 1921 bis 1931

Jahr	Überlandwerk Klasson t	Überlandwerk Lenin t	Neues Überlandwerk bei Twer t	Insg
1921	144 960	—	—	[illegible]
1922	152 670	—	—	[illegible]
1923	217 525	—	—	[illegible]
1924	315 150	—	—	[illegible]
1925	243 570	—	—	[illegible]
1926	270 270	303 030	—	[illegible]
1927	343 980	442 260	—	[illegible]
1928	360 360	671 580	—	[illegible]
1929	360 360	819 000	—	[illegible]
1930	360 360	819 000	98 280	[illegible]
1931	360 360	819 000	327 600	[illegible]
1932	360 360	819 000	720 720	[illegible]

die sich der verstorbene Dipl.-Ing. Klasson große Ver
erworben hat, wird es möglich sein, den neuen groß
darf an Torf zu decken.

Die Hochspannungsleitungen des Moskauer Gebi

Entsprechend der Erweiterung der Kraftwerk
auch das Hochspannungsleitungsnetz ausgebaut.
zeigt die Hochspannungsleitungen des Moskauer G
nach dem geplanten vollen Ausbau in den Jahren 1
Das Klasson-Kraftwerk ist mit Moskau durch eine I
leitung für 115 kV statt wie bis jetzt 70 kV verb
Das Kraftwerk Lenin wird mit Moskau durch eine I
leitung für 115 kV und eine dritte Leitung über
jewsk – Ramenskoje verbunden. Mit einer Doppel
derselben Spannung wird das Überlandwerk Le
Schatura über das Unterwerk Istomkino auch mi
Klasson-Werk verbunden. Eine Leitung über Ko
den Sitz der Metallindustrie, verbindet die Überlan
Schatura und Kaschira untereinander. Das Überlar
Kaschira wird durch eine Doppelleitung unmittelb
dem Moskauer Unterwerk Koshuchowo und über
dustriestädte Serpuchow und Podolsk mit dem Mo
Leitungsring verbunden. Die Leitungen von Kaschir
Rjasan und Tula werden für 115 kV statt nur bisher
umgebaut. Vom Klassonwerk führen dann nördlic
tungen für 70 kV nach Kirshatsch, dem Sitz großer
fabriken, und Kellerowo, wo Kupferwalzwerke sind.
dem auf den Torffeldern bei Twer geplanten neuen
werk werden zwei Doppelleitungen für 115 kV nach
kau führen. Die übrigen Leitungen im Moskauer
werden für 30 kV gebaut.

Bei der Planung des Leitungsnetzes ist darauf
sicht genommen worden, daß die Verbraucher den
durch Doppelleitungen oder von zwei Seiten erhalt

Von besonderer Bedeutung ist die zuverlässige
versorgung Moskaus. Um die Stadt wird ein D
leitungsring für 115 kV gebaut, dem in verschi
Punkten der Strom von den Überlandwerken zug
wird. In fünf Punkten werden Freiluft-Unterwer
richtet als Verteilpunkte für die Ringleitung un
Unterwerke zur Speisung der Luftleitungen und
niedrigerer Spannung. Zu diesem Zwecke werden in
Unterwerk Transformatoren mit drei Wicklunge
115 000/30 000/6600 V aufgestellt, so daß die Strom
gung der Verbraucher innerhalb und außerhalb de
tungsringes mit 30 000 und 6600 V möglich sein wir

Der Ausbau der Kraftwerke und Leitungsnetze
den Anschluß der im Moskauer Gebiete befindlich
dustriellen Unternehmungen voraus, die zum großen
eigene Kraftwerke besitzen und die wirtschaftlichen
teile des Strombezuges von großen Kraftwerken nicht
einsehen wollen. Nur durch wesentlich billigere
preise der großen Werke und durch zuverlässige
lieferung kann ihr Anschluß erreicht werden.

An der Lieferung der Kraftmaschinen, Trans
toren und Schaltanlagen ist die deutsche elektrotech
Industrie in großem Umfange beteiligt. [M 727]

Wien A. Brau

[3] Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 601

Kleine Mitteilungen

Amerikanische Aussichtswagen

Acht von der Pullmann Car and Manufacturing Corpo-
on gebaute Aussichtswagen sind jetzt bei der Union
fic-Bahn in Dienst gestellt worden. Untergestell und
ppe dieser 25 m langen Wagen bestehen aus Stahl. Das
icht mit Einschluß der ganzen Einrichtung beträgt 70 t.
r Wagen hat 26 Sitzplätze. Ferner haben zwei Ab-
obere Betten. Eine Rasierstube, je ein Schreib-,
h- und Badeabteil dienen der Bequemlichkeit der Rei-
en. Der Wagen wird elektrisch beleuchtet und durch
pf geheizt. Auf die Innenausstattung ist besondere
falt gelegt. („Railway Age“ 12. November 1927 S. 933*)
999 a] Krs.

Ein neues Gerät für Luftheizungen

Die Firma Musgrave & Co., Ltd., Belfast, hat eine
rtige Luftheizanlage auf den Markt gebracht, die wegen
geringen Anschaffungs- und Anlagekosten, wegen der
einfachen Anpassung an etwaige Erweiterungen oder
nderungen der Räume, wegen des sehr geringen Platz-
rfes und wegen der Möglichkeit, jederzeit auch die
ung durch Ansaugen von Frischluft zu regeln, für in-
ielle Anlagen Beachtung verdient. Das Gerät, das
rgendeiner Stelle der Wand, für kleinere Räume auch
äulen oder Stützen, angebracht werden kann, arbeitet
laß Frischluft oder Raumluft von diesem Lüfter an-
gt, im Innern durch dampfbeheizte Rohre erwärmt und
mit mäßiger Geschwindigkeit in breitem Strahl wieder
estoßen wird. Eine kleinere Bauart arbeitet mit einem,
rößere mit zwei Lüftern. Die kleinere Anlage gibt rd.
0 kcal in 1 h ab. („The Engineer“ 18. November 1927
8) [N 999 b] Pt.

Schaben oder Schleifen?

Die Führungsflächen, insbesondere an Werkzeug-
hinen, werden heute noch zum größten Teil durch
ben mit der Hand fertig bearbeitet; erst ganz allmäh-
beginnt das Schleifen sich für diese Arbeit durchzu-
n. Die Bullard Machine Tool Co., eine der führenden
ikanischen Werkzeugmaschinenfabriken, hat jetzt mit
endung einer von der Chemnitzer Firma Schmirgelwerk
. Schönherr gebauten Führungsbahnen-Schleifmaschine[1])
Erfahrungen gemacht. Die Maschine erfüllt zur vollen
edenheit die beiden Hauptforderungen des Abnehmers:
ue Führung und mechanische Zustellung des Werk-
s einerseits und Unveränderlichkeit der Form des
zeuges anderseits. Die Ölhaltigkeit der geschliffenen
hen ist nach dem erwähnten amerikanischen Bericht
nur der von geschabten Flächen gleichwertig, sondern
egen. Die Verringerung der Bearbeitungskosten be-
in vielen Fällen 75 vH und mehr. („American Machi-
12. November 1927 S. 535) [N 999 c] Hä.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) Nr. 23 S. 817.

Rauchbekämpfung in Amerika

Oberflächliche Schätzungen haben ergeben, daß in den
nigten Staaten jährlich etwa 60 Mill. t Brennstoff in
n und Rauch verwandelt werden. In St. Louis, das
ders unter der Rauchplage zu leiden hat, sind die in-
dustriellen Kreise, insbesondere Großkesselbesitzer und Be-
sitzer andrer Feuerungsanlagen, zur Einleitung eines
„Rauchbekämpfungs-Feldzuges“ geschritten. Die Haupt-
tätigkeit liegt in erzieherischer und unterweisender Rich-
tung. Um den Gedanken der Rauchbekämpfung in weitere
Kreise zu tragen, ist eine besondere Feuerungsschule mit
praktischen und theoretischen Vorführungen gegründet wor-
den. Von Zeit zu Zeit wird auch die Presse mit geeigneten
Aufklärungsaufsätzen versehen. Die Stadt ist in Bezirke
geteilt, von denen jeder unter der Aufsicht eines Obmannes
steht, der ständig die Feuerungsanlagen zu überwachen hat.
(„Mech. Engineering“ November 1927 S. 1216)
[N 999 d] Th.

Farbspritzen ohne Farbdunstbelästigung

Für die Firma Fisher Body Corp, Detroit, ist von der
Firma R. C. Mahon Co., Detroit, eine neuartige Lackier-
anstalt der Tunnelbauart für fließende Fertigung von Kraft-
wagenteilen gebaut worden. Der rund 21 m lange Tunnel
hat sieben Dunsthauben, von denen jede in einen Schorn-
stein von rund 1 m Dmr. ausläuft, durch den die Farbdünste
von Lüftern (Leistung 280 m³/min) abgesaugt werden. Be-
leuchtet wird der Tunnel mit 28 außerhalb des Tunnels an-
gebrachten 1000-W-Lampen. An den Lackiertunnel ist ein
Tieftemperatur-Tunneltrockenofen angeschlossen, in den durch
gewundene Röhren warme Druckluft eingeblasen wird. Un-
mittelbar neben dem Tunnel, der in den übrigen Fabrik-
räumen liegt, können andere Arbeiten durchgeführt werden,
ohne daß die Arbeiter von den Farbdünsten belästigt werden.

Ist ein mehrmaliger Anstrich notwendig, so wird man
mehrere solcher Anlagen, bestehend aus Spritzlackiertunnel
und Trockenofentunnel, hintereinanderschalten.
(„The Iron Age“ 10. November 1927 S. 1309*)
[N 999 f] Gw.

Brücken mit eigenartiger Stützung der Rampen

Die beiden Brücken über den Arthur-Kill-Fluß zwischen
Staten Island und New Yersey, die gegenwärtig im Bau
sind, unterscheiden sich besonders dadurch von andern
Brücken gleicher Größe, daß infolge der Ungunst der Boden-
verhältnisse die Rampen auf beiden Ufern durch eine große
Zahl verhältnismäßig nahe beieinander stehender Pfeiler
aus Eisenbeton gestützt werden. Jeder dieser Pfeiler be-
steht aus zwei Säulen, die durch ein die Rampe tragendes
Bogenstück miteinander verbunden sind. Die höchsten dieser
Säulen sind rd. 40 m hoch.

Bei der größeren der beiden Brücken kommen auf eine
Rampe von rd. 1430 m Länge insgesamt 51 Pfeiler, wäh-
rend die andre von rd. 580 m Länge 21 solcher Pfeiler auf-
weist. Die Rampen der andern Brücke haben 35 und 36
Stützen. Beide Brücken sind als Kragträgerbrücken ausge-
führt. Die eine Brücke von 640 m Länge ruht auf 6 Stützen,
die mittlere Öffnung hat rd. 230 m Spannweite. Die kleinere
Brücke mit vier Stützen ist insgesamt 355 m lang, die Haupt-
öffnung hat rd. 205 m Spannweite. Bei beiden Brücken be-
trägt die lichte Höhe der Hauptöffnung über dem Wasser-
spiegel rd. 47 m. („Engineering News-Record“, 10. Novem-
ber 1927 S. 744*) [N 999 e] Sd.

BÜCHERSCHAU

buch der Kokerei. Herausgeg. von Wilhelm Gluud.
rf. von G. Schneider und H. Winter. 1. Bd.
lle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 302 S. m. 155 Abb.
is 29 *M*.

Das Vorwort hebt mit Recht hervor, daß ein umfassen-
Handbuch der Kokerei sich trotz mancher Arbeiten auf
m Gebiet als Bedürfnis herausgestellt hat. Die Her-
be eines solchen Handbuches kann also des Dankes der
igten Fachkreise gewiß sein.

Der vorliegende 1. Teil, der dem Kokereibetrieb im
en Sinne gewidmet ist, — der 2. und letzte Band soll
mit den Erzeugnissen des Kokereibetriebes und ihrer
rverarbeitung befassen — behandelt in einem all-
inen, im wesentlichen von Dr. Winter bearbeiteten
die wissenschaftliche Grundlage der Kohlenchemie
Kokerei und geht sodann in einem besonderen Teile,
r. Schneider übernommen hat, auf den Gang der Kohle
Schacht zum Koksofen und durch diesen hindurch ein.

Der allgemeine Teil erörtert die Entstehung und den
ischen Aufbau der Steinkohle, ihr Vorkommen in den
verschiedenen Ländern, ihre Elementarzusammensetzung,
ihr Verhalten im Koksofen, ihre Verwitterung, Selbstent-
zündung und physikalischen Eigenschaften und sodann die
Arten und Begleiterscheinungen der Destillation.

Im besonderen Teil wird zunächst die Auswahl und
Beschaffenheit der Kokskohle und ihre Vorbereitung zur
Verkokung (d. h. die Aufbereitung, Trocknung usw.) be-
sprochen und sodann auch die Brikettierung kurz gewür-
digt; daran schließt sich die Behandlung der Anlagen und
Einrichtungen zwischen Aufbereitung und Koksofen und eine
eingehende Darstellung des Koksofens in seinem geschicht-
lichen Werdegang und seiner verschiedenartigen Ausgestal-
tung. Am Schlusse wird noch ein Überblick über die Dampf-
erzeugung auf Kokereien gegeben.

Von den beiden im Vorwort genannten Zielen — einer-
seits Führung und Beratung für alle, die sich dem Kokerei-
wesen widmen wollen, anderseits Vertiefung und Anregung
für die bereits darin tätigen Fachleute — kommt vorzugs-
weise das zweite zur Geltung, da die Darstellung für den
erstgenannten Zweck nicht straff und klar genug gehalten

ist; die Verfasser treten im allgemeinen stark hinter den mit außerordentlichem Fleiß und großer Sachkenntnis zusammengetragenen Arbeiten der verschiedenen Forscher zurück, so daß das Buch mehr Fundgrube als Leitfaden geworden ist; auch die auf den einzelnen Gebieten erteilten Patente sind ausgiebig berücksichtigt.

[E 947] Fr. Herbst

Die deutsche Braunkohlenindustrie, 3. Bd.: **Die Chemie der Braunkohle.** Herausgeg. von E. Erdmann und M. Dolch. 2. Aufl. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 321 S. m. 191 Abb. Preis 42 ℳ.

Ein neues Buch, ein höchst wertvolles Werk, die Enzyklopädie der Chemie und der chemischen Verwertung der Braunkohle, und dennoch mit einem Geburtsfehler behaftet, den der Herausgeber selbst kennt und erwähnt: „Die letzten Fortschritte auf technischem Gebiet erscheinen daher beim Hinausgehen des Werkes nicht mehr berücksichtigt.“ War dem wirklich nicht abzuhelfen, selbst auf die Gefahr, daß sich dadurch die Herausgabe des Werkes um einige Wochen verzögert? Denn gerade in der letzten Zeit sind auf diesem Gebiet der chemischen Nutzbarmachung der Braunkohle wie ihrer Destillationsstoffe so große Fortschritte gemacht worden, daß ihre Erwähnung durch ein etwas späteres Erscheinen des Buches nicht zu teuer erkauft wäre.

So vermißt man, um ein Beispiel anzuführen, die auf dem Gebiete der Schwelerei umwälzend wirkenden Öfen der Kohlenveredlungs A.-G., die schon auf eine mehrjährige Betriebsdauer zurückblicken können. Dafür ist ein längerer Abschnitt den Schweldrehöfen gewidmet, die sich bisher überhaupt noch nicht in die Braunkohlen-Teerindustrie einzuführen vermochten. Aber abgesehen davon schließt sich das Buch würdig den andern beiden Bänden über die deutsche Braunkohlenindustrie an.

Die ersten Fachleute auf dem Gebiete, wie Erdmann und Dolch und im technischen Teile Thau, Metzger, Bube, Heinze und der verstorbene Trenkler, haben das Werk zum unentbehrlichen Führer und Nachschlagwerk gemacht. Es behandelt Entstehung, Eigenschaft der Braunkohle und ihr Verhalten gegenüber den verschiedenen chemischen und physikalischen Einwirkungen. Im technischen Teile wird geschildert: die Schwelung der Kohle, die Verarbeitung des Teers, die Vergasung und schließlich die Gewinnung des Braunkohlenbitumens (Montanwachs). Besonders der letzte Abschnitt behandelt das Thema in einer Ausführlichkeit, wie sie bis jetzt noch nicht geboten wurde. Sehr erwünscht ist der reichhaltige Literaturnachweis. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. Eine besondere Empfehlung des Werkes erübrigt sich, da es sich jeder Fachmann so wie so anschaffen wird. [E 962] Graefe

Der metallische Werkstoff, 3. Bd.: **Modernes elektrolytisches Überziehen.** Von W. E. Hughes. Übersetzt von M. Keinert. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 229 S. Preis 15 ℳ.

Unter den im deutschen Schrifttum vorhandenen Werken über Galvanotechnik nimmt das Buch insofern eine Sonderstellung ein, als sich sein Inhalt fast ausschließlich an den auf diesem Fachgebiet tätigen Chemiker und Elektrochemiker wendet. Daher werden rein praktische Arbeiten, z. B. die mehr oder weniger rein handwerksmäßigen Arbeiten des Vorbehandelns und Nachbehandelns der Werkstücke beim Galvanisieren (Entfetten, Dekapieren, Polieren, Mattieren und dergl.) nur auszugweise behandelt; ferner wird der Aufbau der galvanischen Bäder und die Einrichtung galvanischer Anstalten mit allen ihren Zubehörteilen nur ganz flüchtig gestreift.

Der Hauptwert des Buches liegt darin, daß e deutschen Leser die wichtigeren, in englischer Sprac schienenen neueren galvanotechnischen Arbeiten in einer guten und zusammenhängenden, wenn auch s weise etwas breit geratenen Darstellung nahebringt. bei wird keine Behandlung aller Arten von Galvani gen angestrebt, z. B. auf die Beschreibung der Versilb der Vergoldung, der Vermessingung sowie der ele tischen Metallfärbungen verzichtet, und es werden n Überzüge von Eisen, Nickel, Zink, Blei, Zinn, Kupfer mium sowie die ersten ausländischen und deutschen A über das Verchromen erwähnt. Neben den wichtigen werden die Niederschlagbedingungen der einzelnen behandelt und zwar im Sinne der neuzeitlichen kunde unter ausgiebiger Verwendung guter Gefüg elektrolytischer Metallniederschläge und unter ausfüh Darstellung der mechanischen und chemischen Ver zur Prüfung der Niederschläge.

Die Übersetzung schließt sich an das englische O absichtlich möglichst wortgetreu an. Sie dürfte an gewonnen haben, wenn an einzelnen Stellen die dem deu Praktiker geläufigen Fachausdrücke gewählt worden

Für den auf dem galvanischen Fachgebiete meh weniger wissenschaftlich arbeitenden Chemiker od genieur dürfte das vorliegende Buch in seinen Son stellungen eine Bereicherung des vorhandenen Schri bilden. Das Buch wird auch dem deutschen Fac manche wertvolle Anregung bieten.

[E 935] Dr.-Ing. Georg E

Die Ölfeuerungstechnik. Von O. A. Essich. 3. Berlin 1927, Julius Springer. 128 S. m. 253 Abb. 8 ℳ.

Distillation des combustibles à basse température. R. rau und Henri Besson. Paris 1928, Gaston D Cie. 356 S. m. 75 Abb. Preis 40 Fr.

Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. Richard Mollier. 5. Aufl. Berlin 1927, Julius ger. 28 S. m. 2 Taf. Preis 2,70 ℳ.

Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Wilhelm-Institut für Metallforschung zu Berlin-D Sonderheft Nr. 3. Berlin 1927, Julius Springer. m. 434 Abb. Preis 24 ℳ.

Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, 1. H. **Zylinder ortfester Dampfmaschinen.** Von H. Frey. Berlin 1927, Julius Springer. 42 S. m. 131 Abb. Pre

Werkstattbücher, 4. H.: **Wechselräderberechnung für bänke.** Von Georg Knappe. 2. Aufl. Berlin Julius Springer. 65 S. m. 13 Abb. Preis 1,80 ℳ

Werkstattbücher, 9. H.: **Rezepte für die Werkstatt.** Fritz Spitzer. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Sp 72 S. Preis 1,80 ℳ.

Sammlung Göschen, 799. Bd.: **Die Elektromotoren. Arbeitsweise und Verwendungsmöglichkeit.** Von F. hammer. 2. T. 2. Aufl. Berlin und Leipzig Walter de Gruyter & Co. 88 S. m. 62 Abb. Preis

Quantitative Analyse durch Elektrolyse. Begründ Alexander Classen. 7. Aufl. von A. Classe Heinrich Danneel. Berlin 1927, Julius Springer. m. 78 Abb. Preis 24 ℳ.

Die Fermente und ihre Wirkungen. 3. Bd.: **Die Me der Fermente.** Herausgeg. von Carl Oppenhe und Ludwig Pincussen. 1. Lfg. Leipzig 1927, Thieme. 320 S. m. 181 Abb. Preis 28 ℳ.

Einführung in die höhere Mathematik. Von Fritz W 1. u. 2. Bd. Berlin 1927, Julius Springer. 921 404 Abb. Preis je Bd. 24 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

71 SONNABEND, 10. DEZEMBER 1927 Nr. 50

Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

Von Dipl.-Ing. F. Goßlau, Charlottenburg

(Hierzu Textblatt 23 bis 26)

Vorgeschichte und technische Entwicklung — Flugzeuge und Motoren des Rennens 1926 — Wettbewerb in Venedig 1927: Kirkham-Doppeldecker mit 24zylindrigem Packard-X-Motor von 1250 PS; Doppeldecker, Bauart Gloster III und IV, mit 12zylindrigem Napier-Lion-Motor von 900 PS; Tiefdecker, Bauart Supermarine S 4 und S 5; Short-Bristol-Crusader mit luftgekühltem 9zylindrigem Bristol-Merkur-Motor von 8,0 PS; Tiefdecker, Bauart Macchi 52, mit 12zylindrigem Fiat-Motor AS 3 von 1000 PS — Verlauf des Rennens

m 25. September 1927 fand in Venedig, Abb. 1, zum zehnten Male das heute schon als klassisch anzusprechende internationale Rennen der Seeflug‑e um die Schneider-Trophäe statt. Dieses Ereignis, las jedesmal die Augen aller fliegenden Nationen mit tem Interesse gerichtet sind, hat heute eine bereits ehnjährige Geschichte und darf es für sich in Anch nehmen, die Entwicklung des schnellen Seeflug‑es mächtig gefördert zu haben.

Vorgeschichte

m Jahre 1913 stiftete Jacques Schneider, der aber der bekannten französischen Waffenfabriken eider-Creuzot, als begeisterter Anhänger der Flie‑ jenen Geschwindigkeitspreis, um den seither die ugzeuge der Nationen mit wechselndem Erfolge ge‑ft haben.

Jedes Land kann sich der Ausschreibung gemäß an Wettbewerb mit höchstens drei Flugzeugen betei‑ und den Preis endgültig gewinnen, wenn es inner‑ von fünf Rennen dreimal siegreich bleibt.

Abb. 1

nnstrecke des internationalen Geschwindigkeits-Wett‑verbs der Seeflugzeuge, Venedig, September 1927. 7 Runden von je 50 km Länge.

Der erste Wettbewerb fand 1913 in Monaco statt, Abb. 2, ging über 178 km und wurde von Prévost auf einem Déperdussin-Eindecker mit 150 PS Gnôme-Umlaufmotor gewonnen. Die mittlere Geschwindigkeit wurde damals zu 72,08 km/h festgestellt.

Abb. 2

Steigerung der Fluggeschwindigkeiten und Motorleistungen gelegentlich der Schneider-Seeflugwettbewerbe 1913 bis 1927

Abb. 5 bis 7
Curtiss-Doppeldecker R 3 C 2 mit 600 PS-Curtiss Motor, Bauart 1925

Ein Jahr später war die Rennstrecke in Monaco auf 280 km verlängert worden, und England konnte dank der Geschwindigkeit von 139,7 km/h, die das von Pixton geführte Sopwith-Flugzeug erreichte, den Preis an sich bringen.

Das erste Seeflugzeug-Rennen um den Schneiderpreis nach dem Kriege, das bei Bournemouth (England) abgehalten werden sollte, stand im Zeichen des englischen Nebels, der so dick war, daß alle Wettbewerber auf den Austrag des Rennens verzichteten, bis auf den Italiener Janello, der sein Savoia-Doppeldecker-Flugboot in der erforderlichen Anzahl von Runden über die Strecke führte. Da er aber an den Wendemarken nicht gesehen werden konnte, so war eine Entscheidung über das Rennergebnis sehr schwierig. Man einigte sich schließlich dahin, das Rennen für ungültig zu erklären, den Preis selbst noch in England zu belassen, aber als Anerkennung für die tüchtige Leistung des Piloten die Organisation des nächsten Rennens an Italien zu übertragen, eine Aufgabe, die sonst nur dem siegenden Lande zukommt.

Das Jahr 1920 sah also Venedig zum erstenmal als Schauplatz des Schneider-Seeflugzeugrennens. Frankreich, England und Italien waren vertreten, und es gelang dem Savoia-Doppeldecker, mit einer Stundengeschwindigkeit von 172,48 km führend durchs Z gehen.

Zweimal noch, 1921 und 1922, fand das Renn Italien statt. In Venedig schlug das Flugzeug M Savoia mit 178,5 km/h wiederum alle Wettbewerber 1922 in Neapel mußte Italien den Preis an Englan geben, das in dem Supermarine-Flugboot einen D decker ins Treffen führte, der mit 237,5 km/h die leistungen gegenüber den Vorjahren sprunghaft besserte, Abb. 2.

1923 finden sich auch die Amerikaner zum erst ein und gewinnen das Schneider-Rennen bei der Wight. Ihr Curtiss-Doppelschwimmer-Doppeldecker, muster CR 3, Abb. 3[1]), der bereits deutlich das St nach hoher Geschwindigkeit erkennen läßt, erreicht Geschwindigkeit von 285,43 km/h.

Bis zum nächsten Rennen vergehen nunmehr Jahre; aber diese beiden Jahre sehen sämtliche

[1]) Abb. 3, 4, 8, 14, 28, 29 auf Textblatt 23, Abb. 16, 24, 41, 48, Textblatt 24, Abb. 15, 17 bis 19 21, 23, 52 auf Textblatt 25, Abb. 33 auf Textblatt 26.

Abb. 9 und 10
700 PS-Curtiss-Motor V 1500, eingebaut beim Rennen 1926; Vergaser zwischen den Zylinder-Blöcken.

Abb. 11 und 12
700 PS-Packard V 1500 mit Getriebe; 12 wassergekühlte Zylinder in V-Form; je 4 Auslaßventile zweier benachbarter Zylinder mit gemeinsamem Auspuffstutzen.

RZ813Z13

Abb. 13
Schnitt durch den 700pferdigen Packard-Motor V 1500 mit Getriebe.
Beachtenswert ist der Antrieb der Hilfsapparate.

ber in eifrigen Vorbereitungen. Mit großer Span-
erwartet man das technische Ergebnis des Kampfes
n Baltimore, der ein überraschend sicherer Erfolg
merika wird. Der 600 PS-Motor, Curtiss V 1400, sehr
ckt eingebaut in den rassigen Doppeldecker, Cur-
3 C 2, Abb. 4 bis 7, schlägt mit 374,5 km/h den fol-
ı Gegner um nicht weniger als 52,5 km/h und damit
zeitig den Geschwindigkeits-Weltrekord für See-
uge.

Das Rennen 1926 in Amerika

weimal hintereinander hatte Amerika die Schneider-
äe gewonnen. Sein Vorsprung war groß; Eng-
nachte für 1926 die größten Anstrengungen. Das
hrtministerium gab drei Rennflugzeuge in Auftrag;
la die Motoren nicht fertig wurden, sah sich Eng-
ezwungen, auf die Beschickung des Rennens zu ver-
ı, das nun allein zwischen Amerika und Italien
. November 1926 in der Bai von Hampton-Roads
nia) ausgetragen wurde.

merika war mit drei Curtiss-Renndoppeldeckern R 3 C,
3, vertreten, wie sie auch am Wettbewerb des Vor-
(1925) teilgenommen und von denen zwei auch
ulitzer-Rennen, als Landflugzeuge mit Fahrgestell
en, mitgeflogen hatten. Während die Zellen selbst
das Vorjahr kaum geändert waren, hatte man neue,
aval-Bureau of Aeronautics entworfene Schwimmer
ut, deren Nase eine mehr abgerundete Form und
senkrechter Längsschnitt an Stelle der geraden Kan-
r früheren Bauart geschwungene Stromlinien zeigte;
aber die Schwimmer der Italiener erwiesen sich doch noch
als zweckmäßiger. Die steilere Hohlkielung der Macchi-Schwimmer ergab weicheren und kürzeren Abflug und selbst in kurzer und harter See geringeres Spritzwasser.

Zwei der amerikanischen Flugzeuge hatten die neuesten Motoren bekommen, eine den 700 PS-Curtiss V 1500, Abb. 9 und 10, das andre den 700 PS-Packard V 1500, Abb. 11 bis 13, mit Getriebe. Das dritte Flugzeug, der Curtiss R 3 C 2 von 1925, blieb im Triebwerk unverändert und behielt den 600pferdigen Curtiss-Motor V 1400.

Sieger des Rennens wurde der italienische Capitain Bernardi auf dem Tiefdecker Macchi 39 mit 880 PS-Fiat-Motor. Er rundete die Wendemarken auffällig weit, aber seine Geschwindigkeit betrug schließlich im Mittel 393,15 km/h.

Das siegreiche italienische Flugzeug, Abb. 14, ähnelte dem englischen Supermarine S 4, Abb. 39 bis 41, und war von Castoldi entworfen worden. Es war ein Tiefdecker, dessen Flügel oben zwei, unten drei Kabel aufwiesen. Der Rumpf ruhte auf vier Streben über den Schwimmern, die in nur zwei Knotenpunkten an ihm eingriffen.

Diese Lösung ist offenbar recht geschickt, und sie findet sich auch bei den englischen Wettbewerbflugzeugen dieses Jahres. Die Wasserkühler lagen im Flügel, die Ölkühler vorn an der Unterseite des Rumpfes. Die Abmessungen des Flugzeuges sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Der ausgezeichnete Fiat-Motor AS 2, Abb. 15, Entwurf des Ingenieurs Zerbi, war mit zwei Marcelli-

Zahlentafel 1
Flugzeuge der Schneider-Seeflugzeug-Wettbewerbe 1925 bis 1927

Wettbewerb		1925				1926		1927		
Flugzeugbauart		Gloster III	Supermarine S 4	Curtiss R 3 C 2	Macchi 33	Curtiss R 3 C—3	Macchi 39	Gloster IV	Supermarine S 5	Crusader
weite	m	6,09	10,64	6,68	—	6,6	9,26	7,0	9,0	8,4
	„	9,18	8,2	8,75	—	6,0	6,74	7,5	8,1	7,8
	„	3,17	4,03	4,08	—	3,15	3,06	2,65	3,75	2,73
äche	m²	14,1	12,65	13,4	—	13,4	14,5	13,6	15,1	13,5
		Napier Lion	Napier Lion	Curtiss	Curtiss	Packard, Curtiss	Fiat	Napier Lion	Napier Lion	Bristol Merkur
ng	PS	700	700	600	450	700	882	860	860	870
tgewicht des Flugzeuges	kg	1200	1425	1240	—	1245	1300	1360	1430	1270
nbelastung	kg/m²	85	112,5	92,5	—	93	90	100	94,5	94
ngsbelastung	kg/PS	1,72	2,04	2,06	—	1,78	1,48	1,58	1,66	1,46
vindigkeit	km/h	343	360	375	350	370,7	393,15	439,4	453,3	—
nleistung	PS/m²	49,6	55,3	44,8	—	52,5	60,8	63,3	57	64,4

Abb. 20
Zwölfzylindriger Pakkard-Motor V 1500, durch dessen Verdoppelung der neue 1250pferdige Packard-X-Motor entstanden ist. Am hinteren Kurbelwellenende Klauen für den Schwungradanlasser.

RZ 813 Z 20

Magneten und drei Doppelvergasern ausgerüstet und arbeitete unmittelbar auf eine Curtiss-Reed-Luftschraube aus Duralumin. Seine Leistung bei 2500 Uml./min betrug 880 PS, sein Einheitsgewicht nicht mehr als 0,467 kg/PS.

Das Rennen 1927 in Venedig

Bei der Tagung der Fédération Aéronautique Internationale in Rom im Oktober 1926 war angeregt worden, den Schneider-Wettbewerb in Zukunft nur noch alle zwei Jahre abzuhalten, weil sich die Fachleute darüber einig waren, daß ein solcher Zeitraum notwendig sei, um wirkliche Fortschritte aller Teilnehmer zwischen den einzelnen Veranstaltungen zu ermöglichen. Es ist nicht bekannt, weswegen trotzdem bereits in diesem Jahre wieder der Kampf ausgetragen wurde, zumal da Amerika amtlich um Verschiebung gebeten und mitgeteilt hatte, es könne zu dem angesetzten Zeitpunkt mit seinem Flugzeug nicht fertig werden.

Das amerikanische Flugzeug

Es ist inzwischen einiges über das amerikanische Rennflugzeug bekannt geworden. Dieser Zweischwimmer-Doppeldecker, Abb. 16, ist von der Kirkham Products Co., Long Island, N. Y., hergestellt. Im Gegensatz zu dem englischen Flugzeug Gloster IV weisen die Flächen in der Vorderansicht keine V-Form auf, sind aber ebenfalls durch einen schrägliegenden I-Stiel von beträchtlicher Breite miteinander verbunden. Die Übergänge vom Rumpf, der den Abstand zwischen den Flächen völlig ausfüllt, sind härter als beim Gloster, bei dem gerade hier auf beste Abrundung großer Wert gelegt ist.

Der Rumpf, der den in X-Form gebauten 4 × 6-zylindrigen Packard-Motor aufnimmt, muß notwendigerweise vorn ziemlich plump gehalten werden, geht aber allmählich aus Rechteckform in eine Kegelspitze über.

Die Schwimmerabstützung ist, entsprechend dem nicht geringen Gewicht des starken Triebwerks, kräftig durchgebildet. Die Schwimmerstreben stehen in der Seitenansicht senkrecht, und ihr Zwischenfeld weist je eine Schrägstrebe auf. Die Schwimmer aus Holz mit Duraluminboden hat man wie üblich durch zwei kräftige wagerechte Streben miteinander verbunden. Im Vergleich zu dem Unterbau des Gloster IV erscheint die amerikanische Ausführung sehr kräftig.

Es dürfte auch hierbei zum ersten Male der Fall auftreten, daß das Flugzeug sozusagen um den Motor herumgebaut ist. Die Augen für die Motorbefestigung stellen nämlich gleichzeitig Knotenpunkte der Rumpf- und Schwimmergestell-Konstruktion dar.

Der neue Packard-Motor von 1250 PS

Das Gewicht des 24zylindrigen Packard-Motors, Abb. 16 bis 19, der bei 2700 Uml./min 1250 PS leistet, wird mit 660 kg, also 0,525 kg/PS angegeben. Das Triebwerk ist eine Konstruktion von Wootson v
Packard-Motor-Car Company und eigentlich nur ei
doppelung des 12zylindrigen Packard-Motors,
V 1500, Abb. 20. Dieser wurde ja bereits früher sow
stehenden, als auch mit hängenden Zylindern aus
und der neue Motor stellt den Zusammenbau
beiden Bauarten mit einer gemeinsamen Kurb
dar[2]).

Das Verdichtungsverhältnis des Packard X
7,5 : 1, die Bohrung 146, der Hub 127 mm, wora
ein Gesamt-Hubvolumen von 45 l und damit eine

[2]) Vergleicht man diesen amerikanischen Motor mit
einigen Jahren bekannten englischen 1000pferdigen Na
Motor, so erkennt man, daß in der Verminderung des Stirnwid
und in der Zusammendringung des Gesamtaufbaues ein betr
Fortschritt erreicht wurde, der diesen Motor vor dem Schi
Cub, wegen Einbauschwierigkeiten und zu großen Widersta
gegeben zu werden, bewahren dürfte.

RZ 813 Z 22

Abb. 22
Packard benutzt das Schmieröl zur Kühlung der Auslaßventile, eine sehr verwickelte Einrichtung. Der gleiche Erfolg ist mit einfacheren Mitteln erreichbar.

Goßlau: Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

Abb. 3
-Doppeldecker C R 3 mit 500pferdigem Curtiss-Motor Sieger 1923 mit 285,54 km/h. Weist noch viele Stiele und Drähte auf, die später wegfallen.

Abb. 4
Curtiss-Doppeldecker R 3 C 2, mit 377 km/h Sieger 1925. Wasserkühler in Ober- und Unterfläche.

Abb. 8
iss-Doppeldecker R 3 C, für den Wettbewerb 1926 vorfen und mit 700 PS-Motor, Bauart Curtiss oder Packard, ausgerüstet.

Abb. 14
Macchi 39, italienischer Tiefdecker, der mit 396 km/h das Rennen 1926 gewann.

Abb. 28
Vorderansicht des Doppeldeckers Gloster IV. Flügel in leichter V-Form nach oben, Schwimmer-Zwischenstreben durch Spanndrähte ersetzt. Die Oberfläche der Schwimmer zwischen dem Streben bildet einen Teil des Wasserkühlers.

Abb. 29
eitenansicht des Doppeldeckers Gloster IV. Stromlinienform der scharf ekielten Schwimmer mit einer Stufe. Ölkühler unter dem Bug.

Goßlau: Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

Abb. 16
Kirkham-Doppeldecker, von Amerika für den Wettbewerb 1927 gebaut, wurde jedoch nicht rechtzeitig fertig. Soll als Landflugzeug mit einem 1250 PS-Packard-Motor am 7. November 519 km/h erreicht haben.

Abb. 24
Doppeldecker Gloster III, Zweiter im Wettbewerb

Abb. 41
Tiefdecker Supermarine S 5 mit 950pferdigem Napier-Lion-Motor. Sieger 1927 mit 453,3 km/h.

Abb. 48
Short-Tiefdecker Crusader mi verkleidetem luftgekühltem Sternmotor von 870 PS „Bristol-Merkur". Dieses sehr beachtenswerte Flugzeug ging leider bei einem Übungsflug vor dem Rennen zu Bruch.

Abb. 53
Der Motor des Tiefdeckers Macchi 52 beim Probel vor dem Start. Das Flugzeug mußte während Rennens aufgeben. Am 5. November hat Major Bernardi mit diesem Flugzeug 478 und sogar 505 kı erreicht.

Abb. 15
-Motor A S 2 von 880 PS, 2500 Uml./min, 0,467 kg/PS; :er 1926. Anbau von Magnetapparaten; Zwischenwellen mit Druckluftverteiler.

Abb. 23
Anbau der Hilfsapparate am X-förmigen Packard-Motor; Verteiler der Batteriezündung, Kühlwasserpumpe, Vergaser.

Abb. 17 bis 19
Der 24zylindrige neueste Packard-Flugmotor in X-Form. Leistung 1250 PS, Gewicht 660 kg, 0,528 kg/PS; Hubvolumen 45 l, 2700 Uml./min.

Abb. 21
Z n Federn für ein Ventil beim Packard-X-Motor, len auch bei hohen Drehzahlen sicheres Arbeiten der Steuerung ermöglichen.

Abb. 52 (rechts)
stol-Jupiter VI, 450/550 PS, Einheitsgewicht 5 bis 0,61 kg/PS. Einer der erfolgreichsten Flugtoren, für den jetzt in Deutschland Siemens die Bauerlaubnis erworben hat

Goßlau: Das zehnte internationale Flugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

Goßlau: Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

Abb. 33 bis 37. Entwicklung des Napier-Lion-Motors

Abb. 33
Napier-Lion V mit zwei vorn liegenden Claudel-Hobson-Sondervergasern und Getriebe (27/41 Zähne). Zwölf Zylinder in W-Form mit 60° Zwischenwinkel. 480 PS bei 2000 Uml./min, Gewicht 426 kg, Brennstoffverbrauch 142 l/h.

Abb. 35
Zylinderblock des neuesten Napier-Lion-Motors. I büchsen und Kühlwassermäntel aus Stahl, Zylin kopf aus Aluminiumguß. Je eine Nockenwelle für laß- und Auslaßventile. 139,7 mm Bohrung und 130,2 Hub

Abb. 34
Älterer Napier-Lion-Motor für schnelle Flugzeuge mit kleinem Rumpfquerschnitt. Hinten liegende Vergaser und Zündapparate. Öldruck der Schmierung etwa 4 at, Ölaustrittstemperatur 60 °C.

Abb. 36
Pleuelstangen des älteren Napier-Lion-Motors. G teiltes Pleuelgleitlager; bei der neuen Ausführu sind die Ölrohre durch Bohrungen ersetzt.

Abb. 37
Der Siegermotor von 1927. Neueste Bauart des Napier-Lion, bis zu 950 PS leistend. Vornliegende Zündapparate. Mit und ohne Getriebe.

Abb. 25 bis 27 Gloster III, englischer Zweischwimmer-Doppeldecker (1925), der noch freiliegende Wasser- und Ölkühler zeigt.

ung von rund 28 PS/l bei 2700 Uml./min errechnet.
nbetracht der großen, auf das Kurbelgehäuse wir-
en Kräfte und der Erfahrungen mit einfacheren Mo-
wurde die Gehäuseteilung aufgegeben und ein un-
ltes Kurbelgehäuse vorgezogen. Mit 178 mm über-
der Durchmesser der Kurbelwelle an Dicke die
bisher bekannten Flugmotoren.

e vier Einlaß- und Auslaßventile zweier benach-
r Zylinder sind in einen gemeinsamen Kanal zu-
engefaßt. Jedes der 96 Ventile wird auffälliger-
von zehn Federn, Abb. 21, auf seinen Sitz gedrückt, so daß also der Motor nicht weniger als 960 Ventilfedern hat. Die Auslaßventile sind ölgekühlt, Abb. 22.

Für große Motoren beginnt man in Amerika die Batteriezündung aus Gewichtsgründen zu bevorzugen. Sie wird auch beim Packard X angewandt. Brennstoff-, Öl- und Wasserpumpe sind zu einer Einheit zusammengefaßt und in dem Raum zwischen den unteren Zylinderblöcken untergebracht, Abb. 23.

Der Motor ist noch ganz neu, und es schien ziemlich gewagt, das Flugzeug gegen die wesentlich erprobteren Flugzeuge der Engländer und Italiener antreten zu lassen. Kurz vor dem Rennen erklärte dann auch die amerikanische Marine, daß man die Absicht, das Flugzeug nach Venedig zu schicken, wegen ungenügender Zeit zu Erprobungen fallengelassen habe.

Die englischen Flugzeuge

Englands Flugzeuge waren sämtlich bereits für den Schneider-Wettbewerb 1926 gebaut und dazu schon bis auf die Motoren fertig.

Der Gloster IV. Die Gloster Aircraft Co. erbaute auf Grund ihrer Erfahrungen mit schnellen Flugzeugen und als Weiterentwicklung des Gloster III, Abb. 24 bis 27, mit dem sie sich 1925 auch das schnelle Seeflugzeug als Arbeitsgebiet erschloß und sofort in Baltimore den zweiten Platz belegte, einen Zweischwimmer-Doppeldecker, der gegenüber diesem eine ganze Reihe von Verbesserungen aufweist, Abb. 28 bis 32. Der Stirnwiderstand ist aufs äußerste vermindert. Die Flügel in Mehrholmkonstruktion zeigen das schmale, bikonvexe Profil für hohe Geschwindigkeiten und gehen im Bogen sehr weich in den Rumpf über. Die Wurzeln des Oberflügels schließen teilweise die äußeren Zylinderblöcke des W-förmigen Motors ein.

Abb. 30 bis 32 Gloster IV mit 900 PS-Napier-Lion, Geschwindigkeit 440 km/h

Die Kühler sind im Gegensatz zu der Bauart Gloster III in Teile der Ober- und Unterfläche beider Flügel gelegt. Erfahrungsgemäß läßt die Dichtigkeit solcher Flügelkühler im Dauerbetrieb und bei den unvermeidbaren Erschütterungen der Flächen, insbesondere beim Durchfahren der kritischen Drehzahl sehr zu wünschen übrig und selbst für Rennflugzeuge bedeutet ihre Anwendung einen starken Unsicherheitsfaktor. Die Ersparnis an Luftwiderstand läßt aber diese Störungsmöglichkeiten mit in den Kauf nehmen. Der Rumpf von überaus sorgfältig gewählter Stromlinienform ist aus Sperrholz gewickelt und trägt den Motor auf einem Stahlrohrgerüst. Das Schmieröl wird in einem als Kühler ausgebildeten Behälter an der Unterseite der Rumpfspitze mitgeführt, Abb. 29. Ein langgestreckter Tank, der das Rückgrat zwischen dem mittleren Zylinderblock und dem Windschirm bildet, dient als Kühlwasserbehälter und Fallgefäß für den Brennstoff.

Abb. 38 bis 40
Der Supermarine S 4 hielt mit 362,7 km/h de
englischen Geschwindigkeitsrekord. Hat noc
Schwimmer-Zwischenstreben und angebaute
Kühler. Kein Tiefdecker. Vorläufer des S 5.

Die Schwimmer aus Duralumin, eigner Entwurf und Bau von Gloster, sind durch elektrische Behandlung seewasserbeständig gemacht und vereinigen gute nautische Eigenschaften mit geringem Stirnwiderstand.

Rumpf, Flügel- und Leitwerkbekleidung bestehen aus Spruce. Das gesamte, nicht wie üblich über dem Rumpf, sondern zu beiden Seiten des Hecks liegende Seiten-Leit-werk ist wie auch das Höhenruder innengesteuert
besondere Vorrichtung erlaubt die Steuerempfind
im Verhältnis 2 : 3 oder 3 : 2 während des Fluges
ändern, bei den enormen Geschwindigkeiten eine
liche Erleichterung für den Piloten. Die üblichen
streben zwischen den Schwimmern sind weggefall
Stromliniendrähte an ihre Stelle getreten. Die
gestelldrähte finden im Innern des Schwimmers
same Knotenpunkte. In Anbetracht des starken
werks ist das nur 6,75 m breite, von Follan
worfene Flugzeug klein zu nennen. Das Fluggewi
trägt 1360 kg bei einer Nutzlast von 220 kg.

Der neue Napier-Lion-Motor von 90
Als Triebwerk wurde der neueste noch als gehei
tende Napier-Lion-Rennmotor, Abb. 33 bis 37, gewä
hat 12 Zylinder in W-Form. Es ist ihm äußerli
zusehen, daß man bei ihm alles getan hat, um die
projektion zu verkleinern. Er kann in einen
schmalen Rumpf eingebaut werden. Die Zylinde
sind so ausgebildet, daß sie einer besonderen
schalung nicht mehr bedürfen, sich vielmehr harn
in den Rumpf einfügen. Der Motor soll bereit
eine Leistung von 700 PS erreicht haben; sie
das diesjährige Rennen bis auf 860 PS bei 2400 U
gesteigert worden. Die Verdichtung ist mit 10,5
gewöhnlich hoch gewählt.

Abb. 42 b
Der siegr
Supermarin
Wasserküh
den Fläche
kühler am
Sorgfältig
kelte Schw
Gesamtge
1430 k

Man benutzte einen Brennstoff, der stark
gefärbt war, was auf die Verwendung von Ant
mitteln schließen läßt. Dieser Motor war in
Gloster IV und dem Supermarine S 5 Webster
einem Getriebe versehen worden, das die Verwe
niedriger Drehzahlen der Luftschraube, einen hohe
samtwirkungsgrad und gleichzeitig einen einfache
trieb der beiden vorn parallel zur Kurbelwelle lieg
Zündgeräte ermöglicht. Die Spitzenleistung des Ge
motors beträgt bei 3000 Uml./min rd. 950 PS.

Der Supermarine S 5. Die Firma Napier
bereits an den englischen Erfolgen im Schneider-Se
Wettbewerb von 1922 durch ihren Motor wesent
Anteil gehabt. Sie lieferte in diesem Jahr den
auch für die zweite neue Seeflugzeugbauart, die En
nach Venedig schickte, den Supermarine S 5. Grun
für den Entwurf, an dem außer dem Konstrukteur
Mitchell auch das Luftfahrtministerium mitgear

[3] Eine ausführliche Besprechung dieses Motors soll einem S
bericht des Verfassers vorbehalten bleiben.

Kühler

Z813Z45÷47

Abb. 45 bis 47 Macchi-Tiefdecker-Flugboot 1925, Vorläufer des Macchi M 39, Abb. 14. (Zur Frage der Urheberschaft an den siegreichen Flugzeugen von 1926 und 1927.)

bildet die Bauart S 4, Abb. 38 bis 40, die mit 362,7 km/h englischen Geschwindigkeitsrekord hielt.

Bereits auf den ersten Blick erkennt man bei der art S 5, Abb. 41 bis 44, das ausgesprochene Rennzeug: Ein Tiefdecker mit Doppelschwimmern von auffälliger Ähnlichkeit mit dem Siegerflugzeug des vorjährigen Wettbewerbs, der Bauart Macchi 39, Abb. 14.

Um die Urheberschaft der grundlegenden Entwurfseigenheiten beider Flugzeuge ist ein ziemlich heftiger Streit entbrannt, zu dem sowohl englische, als auch italienische Fachzeitschriften Stellung genommen haben. Dazu kann man feststellen, daß die Bauart S 4 seit Jahren der erste Eindecker auf Schwimmern war, der an dem Schneider-Rennen teilnehmen wollte; bekanntlich mußten die Engländer 1926 der Veranstaltung fernbleiben, da ihre Motoren nicht fertig wurden. Anderseits hat Macchi von seinem, für den Schneider-Wettbewerb 1925 entworfenen Tiefdecker-Flugboot, Abb. 45 bis 47, zu dem Sieger-Flugzeug von 1926, Abb. 54 bis 56, einen in dem hier zu beleuchtenden Zusammenhang sehr beachtenswerten Sprung gemacht. Das muß betont werden, damit die Bauart S 5 nicht etwa als Nachbau des Macchi 39 erscheint.

Eine gegenseitige Beeinflussung zwischen allen drei Flugzeugen, der Bauart S 4, der Bauart M 39 und der Bauart S 5, ist offentlichtlich. Während das Schwimmergestell der Bauart S 4, die noch kein ausgesprochener Tiefdecker war wie die Bauart Macchi 39 und das diesjährige Flugzeug, Bauart S 5, noch vier Knotenpunkte am Rumpf aufweist, hat die Bauart Macchi 39 deren nur zwei, eine sehr geschickte Lösung, die sowohl der Gloster IV als auch der Supermarine S 5 übernommen haben. Als neu dürfen die Engländer den Verzicht auf die Schwimmerzwischenstreben für sich in Anspruch nehmen, die sie durch Profildrähte ersetzt haben.

7,80

2,73

8,40

RZ813Z49÷51

Abb. 49 bis 51
Short-Crusader mit 870pferdigem luftgekühltem Bristol-Merkur, Leistungsbelastung 1,46 kg/PS. Die Zylinder wurden später mit „Kreuzfahrerhauben" verkleidet, der Motor wiegt bei Höchstleistung 0,34 kg/PS.

Die Schwimmer der Bauart S 5 sind verhältnismäßig lang, aus Duralumin, gegen Seewasser elektrisch behandelt. Ein Teil des Steuerbordschwimmers dient als Brennstoffbehälter. Das ermöglicht den Ausgleich des Drehmoments der Luftschraube, ein leichteres Schwimmgestell und sichert dem Flugzeug gute Flugeigenschaften.

Der Flügel ist mitsamt der Bekleidung in Holz, der Rumpf dagegen vollständig in Metall mit tragender Außenhaut ausgeführt. Der Rumpf von geringerem Inhalt als einer der Schwimmer und schmalerem Querschnitt, als je bisher bekannt, machte es notwendig, besonders kleine Piloten auszusuchen; man mußte, um den Aufenthalt im Führerraum zu ermöglichen, zwecks Abfuhr der Hitze und der Auspuffgase besondere Frischluftführungen einbauen. Der Ölkühler längs der beiden Rumpfseiten besteht aus drei Rohren. Die Luftschraube wurde von Fairey geliefert.

Abb. 54 bis 56
Macchi-Tiefdecker M 52. Leichte V-Form der Flächen im Grundriß Wasserkühler in den Flächen. Schwimmer-Zwischenstreben. Scharf gekielte Schwimmer. Rumpf auffällig kurz.

D e r C r u s a d e r. Die dritte Bauart, die England für den Wettbewerb entwickelt hatte, stellt den Versuch dar, mit einem luftgekühlten Sternmotor Höchstgeschwindigkeiten nachzuweisen. Vergleicht man die Vorderansicht der drei englischen Rennflugzeuge miteinander, so erscheint der Stirnwiderstand des Sternmotors nicht gerade gering. Der Bau des Short-Bristol-Crusader, Abb. 48 bis 51, sollte aber den Beweis erbringen, daß dieser allein nicht maßgebend ist, sondern auch das Gewicht mitspricht und daß selbst für schnellste Kampfeinsitzer der luftgekühlte Sternmotor ausreichende Geschwindigkeiten ermöglicht.

Der Entwurf stammt von C a r t e r, der längere Zeit bei der Hawker Engineering Co. tätig war. Als Motor wurde eine Neuschöpfung, der Bristol-Merkur, eingebaut. Den Bau des Flugzeuges übernahm Short, Rochester.

Wie die Bauart S 5, so is der Crusader ein Tiefdecke Doppelschwimmern. Der bekleidet mit einer Doppella Mahagoni-Furnier, endet v einem Stahlrohrgerüst für de tor. Auch bei diesem Flugzeu ein Rückgrat vom oberen Z als Windschutz und Kop schließlich in die Seitenfloss Die Flügel von mittlerer Dick mit Stromliniendrähten vers Die Schwimmer für das Fl hat die Baufirma auf Grund reicher Versuche selbst entw Sie bestehen aus Duralumin sehr stark gekielt, von ausg neter Stromlinienform und weisen eine einzige flache auf. Ihre Streben sind nach vorn geneigt und ausgel

D e r B r i s t o l - M e r k u r - M o t o r von 870 der stärkste luftgekühlte Motor der Welt. Er is Weiterentwicklung des Bristol-Jupiter VI, Abb. 5 gibt seine Leistung bei 2200 Uml./min her. Für so Drehzahlen ist zur Verminderung der Fliehkräft der Lagerbeanspruchungen an der Kurbelkröpfun Hub gegenüber dem Bristol-Jupiter verkleinert w Zu weiterer Leistungssteigerung dient ein mit rädern angetriebenes Schaufelgebläse, das bei Volla 22 000 Uml./min arbeitet. Den Motor hatte man in E vor seinem Abgang nach Venedig 10 h gebremst. wurde eine Spitzenleistung von 1000 PS nachgew

Die Zylinder neuester Bauart mit offener Stah büchse und aufgeschraubtem Aluminiumkopf haben schrägliegende, von einer Brücke aus gesteuerte V Wie beim Bristol-Jupiter ist auch hier ein Ventilspi gleich vorgesehen. KLG-Kerzen[4]) mit besonders l Gewinden sind ohne Bronzeeinsätze unmittelbar i Aluminiumkopf eingeschraubt. Trotz der hohen Lei ist die Stirnfläche des Motors kleiner als die des B Jupiter, das Gewicht ihm annähernd gleich.

Zur Verminderung des Luftwiderstandes ware einzelnen Zylinder unter stromlinienartige Helm Kreuzfahrerhauben genannt — gesetzt worden, die Flugzeug den Namen gegeben haben. Der Motor is 0,39 bis 0,34 kg/PS fraglos das leichteste überhaup

[4]) KLG-Works, London.

Abb. 57 und 58
Der Fiat-Motor A S 3, der bis zu 1030 PS hergibt und nur 382 kg wiegt. Zum Triebwerkgewicht ist allerdings noch die gesamte Kühlanlage mit Inhalt hinzuzuzählen. (Diese Motoren haben im Rennen selbst allerdings versagt.)

nde Triebwerk, und das Fluggewicht des ganzen
zeugs bei einer Zuladung von 270 kg war nicht
r als 1270 kg, die Leistungsbelastung mit 1,46 kg/PS
eringste aller Wettbwerbflugzeuge der letzten Jahre
aupt, Zahlentafel 1. Der Motor ist mit Farman-
ebe ausgerüstet.

)as aussichtsreiche Flugzeug startete am 11. Septem-
n Venedig zu einem Übungsflug. Kurz nach dem
in etwa 10 m Höhe sah man das Flugzeug über den
n Flügel gehen, der Steuerbordschwimmer schlug
aufs Wasser und riß ab. Gleichzeitig brach der
f hinter dem Führersitz ab und das Flugzeug sank.
Führer Lt. Schofield kam mit leichteren Ver-
gen davon. Die Untersuchung der später gehobenen
aine soll ergeben haben, daß die Querruder falsch
chlossen waren. Glaubwürdiger erscheint es, daß
Flugzeug, dem man glaubte, alles zumuten zu
n, beim Start überzogen wurde, ehe es noch seine
Geschwindigkeit erreicht hatte.

lle Fachleute werden den Unfall dieses sehr bedeut-
Flugzeuges, von dem man immerhin einige Über-
ungen erwartete, bedauern.

Die italienischen Flugzeuge

as Flugzeug Bauart Macchi 52, Abb. 53 bis 56, das
aliener in drei Mustern in den Wettbewerb schickten,
m Siegerflugzeug des Vorjahres sehr ähnlich. Für
Wettbewerb in Venedig hatte man die Flügel ver-
ert und ihnen im Grundriß noch mehr V-Form
en. Das Flügelprofil ist bikonvex wie auch bei den
ndern. Um die nautischen Eigenschaften zu verbes-
wurden die Schwimmer gekürzt und in Anbetracht der
ren Motorleistung die Flächenkühler vergrößert.
Iotorverkleidung hat teilweise neue, flüssigere Form
men. Der Rumpf ist nicht schlanker geworden,
ie beiden Abstandstreben zwischen den Schwimmern,
och nur Zug aufzunehmen haben, wurden merk-
gerweise beibehalten. Die Flügelverspannung be-
aus zwei Profildrähten oben und drei N-förmig an-
chten Drähten unten.

Die italienischen Motoren

ls Motor verwendete man den Fiat AS 3, Abb. 57 und
ne Weiterentwicklung des siegreichen Motors AS 2
vorigen Jahr. Es ist dies ein Zwölfzylinder in
m mit drei Doppelvergasern zwischen den Zylinder-
n. Jeder Zylinder hat vier Ventile, die ähnlich
eim Packard zu zweien über Brücken von zwei dar-

RZ813Z59

Abb. 59
Pleuelstange des Fiat-Motors AS 3

überliegenden Nockenwellen gesteuert werden. Für die Auslaßventile hatte man ursprünglich Ölkühlung (Packard) vorgesehen; aber diese Maßnahme erwies sich als eine unnötige, betriebsgefährdende Verwicklung, die vor dem Rennen wieder verlassen wurde. Bohrung und Hub des Motors wurden mit 140 und 170 mm angegeben. Die Leistungausbeute bei 2500 Uml./min beträgt 1030 PS, so daß sich das Einheitsgewicht bei einem Motorgewicht von 382 kg zu nicht mehr als 0,37 kg/PS und die Literleistung zu 33 PS/l errechnet. Einheitsgewicht und Literleistung deuten auf eine ungeheure mechanische und thermische Beanspruchung der Bauelemente, Abb. 59, hin.

Der Verlauf des Rennens

Sonntag, den 25. September 1927, mußte das Rennen wegen Sturmes und hohen Seegangs abgesagt und auf den nächsten Tag verschoben werden. Am Montag morgen hatte sich der Wind gelegt, und auch die See war ruhiger geworden.

Der Start war fliegend und nicht gleichzeitig. Die Flugzeuge stiegen in der Nähe des Marineflughafens St. Andräa auf und kreuzten Start- und Ziellinie vor dem Excelsior-Hotel auf dem Lido in Abständen von etwa 6 min.

Um 14 h 30 min wurde dieses schnellste Rennen der Welt durch einen Kanonenschuß eröffnet. Hunderttausende von Augen richteten sich nach Norden, und Sekunden später — ein brüllender, winziger Schatten rast kaum 15 m hoch über uns hin und ehe man noch dieses Schauspiel ungeheurer Geschwindigkeit begreift, verschwindet das erste Flugzeug als kleiner Punkt im Süden. Man mag die wenig technische Bemerkung an dieser Stelle gestatten: Für einige Minuten lag der Zauber dieser unfaßbaren Schnelligkeit wie ein Bann auf Tausenden von Menschen, die dieses technische Wunder zum ersten Male in nächster Nähe erlebten.

6 min hinter dem Ersten, dem blauen Gloster-Doppeldecker unter Kinkeads Führung, erschien der rote Macchi-Tiefdecker, mit dem italienischen Favoriten Major de Bernardi am Steuer, eine dunkle Ölfahne hinter sich lassend. Auch der englische Supermarine-Eindecker von Lt. Webster scheint zu rauchen. Der Ton der Napier-Motoren ist hoch, fast knarrend, der der Fiat-Motoren dumpf und voll. Auch Guazetti (Macchi-Fiat 880 PS) und Worsley (Supermarine-Napier) sind inzwischen schon vorüber und als Letzter startet Hauptmann Ferrarin (Macchi-Fiat 1000 PS).

Der nicht gleichzeitige Abflug aller Teilnehmer macht das Rennen bald unübersichtlich. Während die Engländer im allgemeinen sehr niedrig fliegen — kaum höher als 15 bis 20 m — und die Wendemarken in weitem, flachem Bogen umrunden, ohne den Motor zu drosseln oder wesentlich die Höhe zu ändern, sieht man die Italiener ihre Flugzeuge an den Kurven hoch in die Luft reißen, die Flügel fast senkrecht stellen und nach der Wendung erst in der geraden Strecke ganz langsam in die wagerechte Lage zurückkehren. Zwar können dafür die

Italiener bei der gewonnenen Höhe auf den Langstrecken die Flugzeuge drücken und so ihre Geschwindigkeit steigern, aber es scheint doch, daß die englische Taktik, die übrigens auch die der Italiener im vorigen Jahr gewesen war, sich als vorteilhafter und auch physisch für die Piloten selbst als erträglicher erwies. Zweifellos waren die Kurven der Italiener eindrucksvoller, bei den Engländern gefiel das nüchterne, musterhafte Kursfliegen.

Kaum waren an den Zeittafeln die ersten Zahlen erschienen, als man das Flugzeug Nr. 7, den Macchi unter Ferrarins Führung, die Rennstrecke mit unsicher laufendem Motor zurückkommen sah. Es stellte sich später heraus, daß zwei der Magnesiumkolben trotz reichlicher Schmierung versagt hatten.

Kinkead war bereits zum zweitenmal vorüber; aber vergebens wartete man auf das Wiedererscheinen Bernardis. Bald gab der Lautsprecher bekannt, daß auch er auf Grund einer Motorstörung in der Nähe von Chioggia ausgeschieden und unbeobachtet von den Zuschauern über die Lagune zum Flughafen St. Andräa zurückgeflogen war. Die Ursache seines Aufgebens war eindeutig nicht festzustellen. Nach einer Lesart soll eine Pleuelstange gebrochen sein. Eher scheint aber Vergaserstörung glaubhaft, da man bereits bei seiner ersten Runde unregelmäßiges Arbeiten des Motors heraushören konnte.

Nunmehr war nur noch ein Italiener im Rennen. Guazetti, dessen Flugzeug den unveränderten, siegreichen Motor aus dem Vorjahre eingebaut hatte, während Bernardis und Ferrarins Motoren bis aufs Äußerste rennmäßig hochgetrieben waren.

Einige Aufregung gab es, als der Lautsprecher verkündete, daß der Geschwindigkeits-Weltrekord gebrochen sei. Kinkead sollte in seiner dritten Runde eine Geschwindigkeit von 465,4 km/h erreicht haben. Leider stellte sich nach dem Rennen heraus, daß ein Zeitmeßfehler unterlaufen war; begreiflich, da die Zeitnehmer bei diesen großen Geschwindigkeiten und einer so schnellen Folge der Flugzeuge wirklich keine leichte Arbeit hatten. In einer der nächsten Runden sah man am Horizont Gloster und Worsley sich einander nähern und mit wechselndem Erfolg um die Führung ringen. Schließlich gelang es doch dem Doppeldecker, den Eindecker zu überholen.

Bald darauf aber mußte Kinkead den Kurs verlassen. Ihm war auch im Rennen das gleiche Mißgeschick begegnet, unter dem er während der Übungsflüge gelegentlich zu leiden hatte; die Propellerhaube riß auf, gerade dort, wo der Propeller hindurchgeht. Der Riß, der sich allmählich vergrößerte, war die Ursache heftiger, schließlich unerträglicher Erschütterungen des ganzen Flugzeugs, so daß dem Führer nichts weiter übrigblieb, als mit gedrosseltem Motor den Flughafen aufzusuchen.

Kurz nach diesem Ereignis näherte sich Guazetti dem Excelsior-Hotel, in dem sich die Rennleitung befand. Man sah das Flugzeug auf dem linken Flügel liegend und stark schwänzelnd herannahen und auf Sekunden schien ein Anprall gegen das Gebäude unvermeidlich. Plötzlich wurde die Maschine herumgerissen und ging in weitem Bogen aus dem Kurs nach Venedig zu. Der erste Eindruck war der eines Seitensteuerbruchs. Wie sich aber später herausstellte, war die Benzinleitung geborsten. Der Benzinregen hatte den Führer geblendet und das sich entwickelnde Gas ihn fast betäubt.

Abb. 60
Was mit den heutigen Fluggeschwindigkeiten lich ist: Die Kreise geben in Abständen von 1 die Flugzeiten von Berlin nach den wichtigst Städten an.

Italiens Himmel war allmählich trübe geword langsam begann es zu regnen. Da beobachtete m die auf der Reede liegenden englischen Kriegssch beiden übrig gebliebenen englischen Flugzeuge signale gaben. Offenbar teilten sie ihnen mit, Sieg sicher sei. Schließlich gegen 3 h 15 kreuzte als Sieger die Ziellinie. Er hatte für die lange Strecke 46 min und 20,3 s gebraucht. Seine Geschwindigkeit hatte 453,282 km/h betragen, zweiten Siegers Worsley 439,472 km/h. Abb. 60 ve eine Vorstellung dieser Geschwindigkeit.

Inzwischen sind diese Geschwindigkeiten sch der bedeutend überholt worden. Bernardi hat an vember auf dem Tiefdecker Macchi 52 auf der bei Venedig 478 und in einer späteren Runde 5 erreicht; fast gleichzeitig, am 7. November, ist der kanische Kirkham-Doppeldecker, jedoch mit La gestell, bei Kunstflügen mit 519 km/h geflogen. Al rekorde sind diese Geschwindigkeiten indessen no anerkannt.

Der Sieg war ein verdienter Erfolg für das lange angestrengte Training der Führer, für den zeichneten Flugzeugentwurf des Supermarine S 5 un zuletzt für die planmäßige, bewunderungswürdi wicklungsarbeit am Napier-Lion.

Kameradschaftlichkeit und echter Fliegergeist über der kleinen Siegesfeier der Engländer am Ab Excelsior-Hotel auf dem Lido, und unsere Glückw waren aufrichtig und herzlich.

Das nächste Schneider-Seeflugzeug-Rennen 1928 bei Cowes auf der Insel Wight stattfinden.

Zahnrädergetriebe für Diesellokomotiven

R. Klein, Essen, berichtet in der Zeitschrift „Maschinenbau"[1]), daß sich die Firma Fried. Krupp A.-G. zur Zeit mit dem Entwurf eines Zahnrädergetriebes für eine große amerikanische Lokomotive befasse. Dieses unterscheidet sich von dem für die bekannte russische Diesellokomotive[2]) dadurch, daß es für Geschwindigkeiten von 14 bis 96 km/h brauchbar sein soll. Um zu vermeiden, daß dabei die leer mitlaufenden Stirnräder zu hohe Drehzahlen erhalten, hat man die Übersetzung zwischen der zweiten Vorgelegewelle und der Blindwelle mit der Hand veränderlich gemacht, da man annehmen kann, daß die Lokomotive niemals ohne Ruhepause vom Verschiebedienst zum Personenzugdienst übergehen wird. Auf der zweiten Vorgele des Getriebes sind zwei lose Stirnräder angeordn durch Verschieben von gezahnten Muffen abwechsel dieser Welle gekuppelt werden können. Die Räder ständig mit entsprechenden Stirnrädern auf der Bli im Eingriff und werden selbst verschieden schn getrieben, da sie durch die Zahnkupplungen mit vers schnell laufenden Vorgelegen des Getriebes verbunde den. Die Fahrtrichtung der Lokomotive wird durc schalten der Kegelräder auf der ersten Vorgelegew ändert. Alle Zahnräder des Getriebes sind gehärte nicht geschliffen. Ihre Zahnbelastungen liegen zw den äußersten Beanspruchungen, die man für die i satz gehärteten Straßenbahn-Zahnräder zuläßt. Die Fried. Krupp A.-G. hat auch schon ein Getriebe dies entworfen, das 2000 PS übertragen kann. [N 1019]

[1]) Fachheft „Getriebe" Bd. 6 (1927) S. 1095.
[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 873.

Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927

Von Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn-Poppelsdorf

(Schluß von S. 1702)

Lokomobilen

tark zusammengeschmolzen sind die Lokomobil-
le. Der elektrische Dreschantrieb und neuerdings der
r weitere Verbreitung gewinnende Rohöl- und
erölmotor als Glühkopf- oder Dieselmaschine be-
n mehr und mehr die an sich sehr betriebsicheren,
zu bedienenden und überlastungsfähigen Dampf-
hinen zu verdrängen, die übrigens gegen die vor-
ge DLG-Ausstellung in Breslau nichts wesentlich
s zeigten. Ich habe schon weiter oben darauf hin-
sen, daß sich sogar die englischen Dampfpflug-
otiven in Dieselpfluglokomotiven umwandeln.

Dreschmaschinen

u den Maschinen, die noch stark in der Entwicklung
n, gehört merkwürdigerweise auch die Dresch-
hine, und zwar die sogenannte Motordresch-
ine mit höchstens 25 Ztr. Stundenleistung. Hier
seit etwa 1910, angeregt durch Wilh. Schultze,
over, eine Bewegung ein, die kleineren Maschinen
den großen, sogenannten Dampfdreschmaschinen
ubauen, sondern eigene Wege zu gehen, und es ent-
en im Laufe der Zeit Maschinen, die in Menge und
dasselbe leisteten wie die früheren Ausführungen, die
jetzt statt 9 bis 10 Wellen nur noch 2 bis 3 haben.
ist Deutschland seinen Nachbarländern ein großes
voraus, die noch immer bei den alten Bauarten der
Jahre stehen geblieben sind. Bei vielen neueren deut-
Dreschmaschinen ist der Schaufelschüttler ersetzt
den Schwingschüttler, die Förderbecher und Ent-
er durch Wurfentgranner, den Druckwind für die
und zweite Reinigung liefert ein Gebläse. Die in
. 71 (1927) S. 44 in Abb. 37 gekennzeichnete einfache

Abb. 14
lbsteinleger mit Strohschneider für Dreschmaschinen von Welger

a, b Zubringer- und Verteiltrommel *c* Dreschtrommel *d* Messer *e* verstellbare Klappe zum Bemessen der Getreidemenge

Abb. 13
Druckluft-Ferngebläse mit Einschleusen des Fördergutes in die Druckluftleitung der Pinneberger Maschinenbauanstalt

Lanz-Maschine hat nach kleinen Änderungen ebenfalls ihre Brauchbarkeit bewiesen. Bei ihr ist sogar noch der Schwingschüttler mit dem Kurzstrohsieb vereinigt, so daß das Kurzstrohsieb als selbständiges Sieb ebenso wie der Rücklaufboden fortgefallen sind.

Von andrer Seite sind nun noch weitere wichtige Veränderungen vorgenommen worden, die sowohl der Einfachheit der Bauart wegen gewählt wurden, als auch um die Güte der Drescharbeit zu verbessern. Die Firma Wilhelm Lanvermeyer, Melle, verwandte für die erste Reinigung Saugwind statt Druckwind. Diese Anregung ist von andern Fabriken aufgegriffen worden. In Dortmund stellten schon fünf Firmen derartige Maschinen aus, darunter zwei, die auch schon die zweite Reinigung mit Saugwind ausführten. Von einer dieser Firmen, Erntesegen, Bremen, liegt mir eine Druschprobe von Knaulgras vor, die hervorragend gereinigt worden ist. Wenn sich auch andre Feinsämereien mit Saugwind derartig reinigen lassen, dann werden die mit Saugwind reinigenden Maschinen in Zukunft das Übergewicht über alle mit Druckwind arbeitenden erlangen, da sie noch den Vorteil haben, daß das Sauggebläse zugleich Druckgebläse für die abgesaugte Spreu ist, hierfür also kein besonderes Gebläse mehr gebraucht wird.

Strohförderer

Viel Arbeit verursacht das Wegführen des Strohes hinter der Dreschmaschine. Wenn es hierfür auch schon Strohbinder, selbstbindende Glattstrohpressen und jetzt auch mit Draht selbstbindende Krummstrohpressen gibt, so werden von außerordentlich vielen Fabrikanten Versuche gemacht, das aus der Dreschmaschine kommende Stroh sofort zu Streustroh zu schneiden und fortzublasen. Eine an sich ideale Arbeitsvereinigung, auch für das spätere Ausfahren und die Unterbringung des Düngers. Aber leider ist der Kraftbedarf bis jetzt noch außerordentlich hoch, und häufig ist der Betrieb durch Verstopfung der Leitungen gestört, besonders wenn man Heu mit diesen Maschinen fördert. Aber es wird in geradezu stürmischer Weise an der Ausbildung dieser

Abb. 15 und 16
Weitstrahlregner der Siemens-Schuckertwerke

Fördergeräte gearbeitet und ohne Zweifel mit Erfolg[9]). So tauchten zum erstenmal in Dortmund Firmen auf, die statt eines offenen Gebläses, zwischen dessen Windflügeln das Fördergut wie bisher hindurch geleitet wird, geschlossene Gebläse ausführen und das Fördergut dahinter in die Förderleitung einschleusen, Abb. 13. Eine andre Arbeitsanordnung, die bisher schon hier und da versucht wurde, war von der Firma Welger, Seehausen, ausgestellt, Abb. 14. Der Einleger ist hier als Strohschneider ausgebildet, so daß das Stroh schon geschnitten in die Dreschmaschine kommt. Hierdurch soll eine größere Leistung der Dreschmaschine erzielt werden, und ferner soll das Stroh besser zerschnitten werden, als bei den Strohschneidern und Gebläsen hinter der Dreschmaschine, wo die an und für sich unregelmäßig vom Ende des Schüttlers abgeworfenen Halme durch die Saugwirkung noch mehr in die Längsrichtung gelangen, so daß sie oft von den Messern nicht geschnitten werden.

Beregnung

Ein andres Gebiet, das ebenfalls ein ganz neues Gesicht seit der Breslauer Ausstellung zeigte, war das der Beregnung. Während bisher nach Möglichkeit ein feiner Sprühregen erzeugt wurde und die Firmen sich bemühten, kleine Flächen möglichst quadratisch zu beregnen, sind in diesem Jahre zum Teil auf die Anregungen des Reg.-Baumeisters Horten hin Weitstrahlregner[10]), Abb. 15 und 16, aufgekommen, die große Vorteile zeigen. Die Verstopfungsgefahr fällt fort; man kann Abwässer benutzen und man beherrscht größere Flächen, wird doch geplant, die Beregnungsdüsen bis 100 m voneinander zu entfernen, so daß eine Düse, ohne verlegt zu werden, 1 ha beregnen kann. In Dortmund war die größte Entfernung allerdings noch 36 m. Aber schon bei diesem geringeren Abstand können gegen früher viele der verlegbaren Leitungen gespart werden. Die Wasserverteilung ist bei den Weitstrahlregnern allerdings nicht so fein, wie bei den bisherigen Beregnungsanlagen, das spielt aber für viele Fälle a Acker und noch mehr auf der Wiese keine groß während für Gärtnereien usw. die Sprühregengerä auch künftig vorgezogen werden dürften. Die frage ist nun noch die Beschaffung billiger Eiserne Rohre sind zu teuer und machen dadu ganzen Anlagen unwirtschaftlich.

Trieure

Eine wesentliche Vereinfachung brachten die Jahre in der Getreidereinigung für Mühlen un gutanlagen mit den Hochleistungstrie Wenn man nämlich ein sogenanntes marktfertig treide, wie es aus der Dreschmaschine kommt, al gut verwenden wollte, so würde man eine schwacher und kranker Pflanzen erzeugen. Dahe immer mehr auf die Herstellung von Edelsaatg sehen, das nur die schweren und starken Körn hält, die maschinell aus dem geernteten Getrei gelesen und ausgesiebt werden. In den hierzu Saatgut-Reinigungsanlagen nahmen die Trieure einen großen Raum ein, und auch dann waren s nicht groß genug, so daß die andern ihnen geg leistungsfähigeren Reinigungsgeräte, wie Siebe, fegen usw. oft ihre Leistungsfähigkeit gar nic ausnutzen konnten. In den großen Mühlen m starken Getreidedurchfluß mußten ganze Stockwe Trieuren gefüllt werden, was natürlich äußerst sichtlich war und viel wertvollen Platz kostete.

Da wurden dann unmittelbar nach dem Krie Amerika, das früher Abnehmer deutscher Trieu wesen war, aber infolge der Seesperre eigene dur wendung von Ausleseschei ben sehr leistungsfähig arten geschaffen hatte, diese Scheibentr auch bei uns eingeführt und da sie das zehnfac alten Trieure leisteten, also nur etwa ein Zehnt Platzes erforderten, von den raumhungrigen Groß den deutschen Trieuren vorgezogen. Durch dies fährlichen Wettbewerb angespornt, verbesserten a deutschen Trieurfabriken ihre Trommeltrieure, Spitze die Firma Seck, Dresden, denen sich b Firmen Flammger, Zudse & Co., Mayer & Neuhaus und Restle anschlossen; und schon ist zu erkennen, daß die deutschen Trieurfabrike Stellung wohl wiedergewinnen werden, wobei ein menschluß sehr günstig wäre, zumal sich die Bauar einzelnen Firmen zu einer noch besseren Maschi einigen ließen. Die deutschen Hochleistungstrieu

Abb. 17
Saatreinigungsanlage Neusaat für 20 Zentner Stundenleistung mit zwei nebeneinander angeordneten Hochleistungstrieuren von Neuhaus G. m. b. H., Eberswalde

[9]) „Technik in der Landwirtschaft" Bd. 8 (1927) S. 197 u. 229.
[10]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1615 und Bd. 71 (1927) S. 496.

en zwar nur die etwa 5- bis 7fache Leistung der Trieure, also immer noch etwas weniger, als die ikanischen Scheibentrieure, sie haben aber infolge enderer Behandlung des Getreides, geringerer Abng und infolge so gut wie keiner Getreideverluste Reinigen oder Umstellen auf eine andre Getreidegegenüber den amerikanischen Maschinen so große bliche Vorteile, daß sie sogar ohne weiteres in den einigungsanlagen benutzt werden können, was bei Scheibentrieuren nicht der Fall ist[11]).

in besonderer Vorteil dieser Hochleistungstrieure in eredlungsanlagen ist ihre Kleinheit und Handlich- In dieser Richtung brachte in Dortmund die Firma haus, Eberswalde, eine bemerkenswerte Neuheit größere Saatreinigungsanlagen, Abb. 17. Sie hatte nämlich statt eines großen, unhandlicheren zwei Trieure, wie sie in der kleinen Saatreinigungse verwendet werden, nebeneinander angeordnet. Lösung ist auch vom Standpunkt der Normung, ng und der damit verbundenen Vorteile gut, so daß icht übersehen werden darf.

Melkmaschinen

achdem es im Laufe der letzten 20 bis 30 Jahre utschland dreimal vergeblich versucht worden war, elkmaschine in die landwirtschaftlichen Betriebe einren, ist nun ein neuer Ansturm gelungen. In Dort hatten acht Werke, darunter vier deutsche, brauch- Melkmaschinen ausgestellt. Die Arbeitsweise, 18, ist heute bei allen Melkmaschinen ähnlich. Die n werden mit einem Metallbecher umgeben, der Gummizylinder enthält. Während nun der Milchl stets aus der Zitze in einen Unterdruck von 25 bis Quecksilbersäule austritt, ist der Zwischenraum hen dem die Zitze umschließenden Gummi- und dem lzylinder abwechselnd mit dem Unterdruck und der nluft in Verbindung, so daß, besonders wenn der nizylinder oben dünnwandiger ist als unten, ein ken der Zitze von oben nach unten in bestimmten bständen eintritt.

echt gut bewährt hat sich die Alfa-Melkmaschine wei Rohrleitungen, aber es scheint, daß man auch infacheren Anlagen mit einer Rohrleitung dasselbe chen kann, und der Wettbewerb der Alo-, Westa-, Pinetree-Melkmaschinen hat auch die Firma Laval-Separator veranlaßt, eine einfachere Melkanzu bauen. Eine Frage ist noch nicht ganz gelöst. Bei meisten Melkmaschinen-Bauarten wird das Nachn der Kühe mit der Hand empfohlen, während die rten Wallace und Moment kein Nachmelken

[11]) Vergl. „Technik in der Landwirtschaft" Bd. 8 (1927) S. 164.

Abb. 19
Der Einfluß der Normung auf die Anzahl der erforderlichen Klingen für Mähmaschinen.

Abb. 18
Schematische Darstellung der Arbeitsweise einer Melkmaschine

verlangen, da hier infolge besonderer Anordnung am Schlusse selbsttätig die Geschwindigkeit des abwechselnden Saugens und Drückens vergrößert wird. Ob diese Geschwindigkeit allerdings nicht etwas zu hoch wird, müssen erst noch langjährige Versuche ergeben. M. E. muß aber auf alle Fälle gefordert werden, daß in Zukunft beim Maschinenmelken die Hand des Melkers nicht mehr zum Nachmelken an die Zitze kommt. Ebenso, wie die saubere Herstellung der Butter mit den neuen Butterfertigern durch Vermeidung der Berührung durch die Hand gelobt wird, so muß auch sauberste Behandlung in den Ställen gefordert werden. Das ist das nächste und dringendste Ziel der Melkmaschinenentwicklung! Dann wird es nicht lange dauern, daß Vorzugsmilch nur durch Maschinen gemolkene Milch sein darf. Bei der Milchwirtschaft zeigt sich deutlich, wie die Industrie die Grundbedingungen für die Veredlung landwirtschaftlicher Erzeugnisse zu liefern hat, hier einmal in der Melkmaschine, dann aber auch in besonderen Erhitzungsverfahren, schädliche Keime in der Milch abzutöten, ohne daß die Milch an Geschmack und Nährwert verliert und schließlich durch Behandeln mit Kühleinrichtungen.

Normung

Von immer größerer Wichtigkeit wird die Normung auch für die Landmaschinenindustrie, und zwar besonders wegen der Ersatzteilfrage. Es ist ein durchaus falscher Standpunkt der Maschinenfabriken, das Ersatzteilgeschäft dadurch in der Hand behalten zu wollen, daß sie einzelne, besonders der Abnutzung unterworfene Teile mit geringfügigen Unterschieden gegenüber denen der Konkurrenzfirmen ausstatten, damit ein Austausch zwischen den einzelnen Ersatzteilen nicht möglich ist. So kommen wir auf etwa 500 verschiedene Rübenmesser, vielleicht ebenso viele Häckselmesser, 1000 Eggenzinken usw., während von jedem nur einzelne wenige Formen tatsächlich erforderlich wären. Daß wir uns auf diese Weise bei manchen guten Maschinen die Ausfuhrmöglichkeiten, die doch heute auch für Deutschland mehr und mehr aufleben, sehr erschweren, ist so augenscheinlich, daß hierüber kein Wort mehr gesagt zu werden braucht. Um so erfreulicher sind die Ergebnisse, die die Normung bis heute schon gebracht hat, und die bei weiterem Vorschreiten mehr und mehr das jetzt in Ersatzteillagern brachliegende Vermögen zu nutzbringender Arbeit freimachen wird. So sind jetzt, wenn ich nur ein Beispiel herausgreife, Vorschläge ausgearbeitet, künftig von 351 verschiedenen Mähmaschinenklingen nur noch zwei Klingen zu verwenden, Abb. 19. Aber man will sich nicht nur mit der Normung der Formen begnügen, sondern ist daran, auch die bisher außerordentlich wechselnde Werkstoffbeschaffenheit zu vereinheitlichen. Allen diesen Arbeiten stehen natürlich auch beträchtliche Widerstände entgegen, besonders von Firmen, denen möglichst vielgestaltige und verwickelte Ersatzteile eine gewisse Vormachtstellung verbürgen.

Die Vereinheitlichung der in den verschiedenen Gegenden verschieden geformten Werkzeuge, wie Sensen,

Abb. 21 und 22
Rübenschneider „Greif“ von Fricke, Bielefeld

Abb. 23 und 24
Antrieb einer Walzenschrotmühle von F. Stille, Münster i. W.

Schaufeln, Hacken usw. erfordert vorher genaue Eignungsprüfung dieser Geräte, wie sie von den Instituten für Arbeitsforschung mit Stoppuhr und Zeitlupe vorgenommen werden. In jedem Jahr sind hier weitere Fortschritte zu verzeichnen.

Abb. 20
D-Hacke der Deutschen Industrie-Werke. Die erste von einem Mann zu bedienende Hackmaschine mit Sitz.

Eine besonders eindringlich
derung dieser Institute ist
bringung der Sitzgelege
für den Bedienungsmann an d
schiedenen Ackergeräten, geg
falls Anhängen eines besonder
karrens. Es ist erstaunlich
langsam diese wichtige, k
rende Einrichtung in der de
Landwirtschaft Eingang findet
bei ist es auch wichtig, den Sit
genug abzufedern, damit die
ordentlich ermüdenden Stöß
Ackerfahrt abgefangen werden
darf nie vergessen, daß ein La
der bei seiner Ackerarbeit
bleibt, schon diese flotter und
ausführt und dann noch zu
seine Maschine und Pferde
pflegen kann. Die Firma
brachte einen derartig gefedert
heraus, der den Ehrennamen „
reifensitz“ bekommen hat. Die
von einem Mann zu bedienende
maschine mit Sitz war die v
Firma Deutsch
dustrie-Werk
baute D-Hacke, A
Führung des P
Steuerung der Ma
Bedienung der Ha
ser usw. sind hie
Sitz aus zu bewe
ligen.

Anbaumotor

Eine Frage, di
mehr und mehr an
tung gewinnt, ist d
bei Mähmaschinen u
deren leichteren La
schinen mit eigene
beitsbewegung die
kraft durch die de
brennungsmotoren
werden soll. Wird
ein Schlepper als
schaftlicher und
mäßiger erweisen od
kleiner Anbaum
der sowohl bei Mähm
nen, als auch bei
maschinen, Drillmaschinen, Düngerstreuern usw
nutzt werden kann? Auch für die Kartoffel
maschine, eine seit 50 Jahren immer wieder bearb
aber noch immer nicht befriedigend gelöste Aufga
vielleicht die Kraftfrage in dieser oder jener For
Schlüssel zur endgültigen Lösung.

Verschiedenes

Weiter ist zu untersuchen, welcher Baustoff für
Metall, Beton oder Holz, am wirtschaftlichsten ist.
können die Grünspeicher am zweckmäßigsten g
werden, durch Gebläse, Höhenförderer oder derglei
Alle Verfahren waren ausgestellt. Die Transportfra
Stall ist noch nicht gelöst. Die Beförderung der J
zeigte durch eine in die Jauchegrube gelegte Schle
pumpe weitere Fortschritte, da ein Füllen der Pump
Inbetriebsetzung nicht mehr notwendig ist. Die R
schneider zeigten neue Formen bei den Firmen Fri
Bielefeld, Abb. 21 und 22, Stille, Münster, Kre
Velen i. W. Die Futterdämpfer werden jetzt vielfac
elektrischem Nachtstrom geheizt. Bemerkenswert
noch die Verbesserung an der Stilleschen W
schrotmühle, Abb. 23 und 24. Durch kulissenartige
trieb wird ein Auseinandergehen der Walzen ermög
wobei die Zahnräder einwandfrei im Eingriff ble
Die Firma Heyer, Geldern, nahm die Fabrikation
in England in den letzten Jahren sehr aufgekomm

·denrechens, Abb. 25, mit auswechselbarem Mittel-
· auf; sie hat hiermit besonders für die oft empfeh-
·rte Heubereitung auf Holzgerüsten eine praktische
·ine geschaffen.

ne Reihe von Fabriken versuchte die in letzter
mmer mehr aufkommende Trockenbeize derartig
·ıdbar zu machen, daß die Belästigung der Leute
die für Augen und Lungen schädlichen Beizmittel
ı Mindestmaß herabgesetzt wird. Überhaupt wird
ers auf dem Gebiete des Leuteschutzes und ferner
ıfallverhütung außerordentlich viel getan, was un-
t erforderlich ist, kommen doch in der deutschen
irtschaft jährlich etwa 40 000 Unfälle vor, davon
it tödlichem Ausgang, wofür die deutsche Landwirt-
jährlich etwa 45 Mill. ℳ aufzubringen hat. Man ist
bei der Unfallverhütung von dem strengen Befehl
ınd mehr abgekommen und versucht, die allgemeine
ıahme und die Mitarbeit zu gewinnen durch sinn-
Darstellung und Vorführung praktischer Beispiele,
em aber durch Ersinnen von Schutzvorrichtungen,
Arbeitstätigkeit an der Maschine nicht behindern,
ı erleichtern.

RL148Z31

Abb. 25
Schwadenrechen mit auswechselbarem Mittelstück

Überall, das hat Dortmund gezeigt, eifriges Wirken und Schaffen, überall Fortschritt und Aufblühen, das Bild einer starken schaffenskräftigen Industrie; der Vergleich mit den ausländischen Landmaschinenausstellungen zeigt aber darüber hinaus, daß heute unsere deutsche Landmaschinenindustrie in Europa an der Spitze steht. [B 756]

·ahmeversuche an Turbokompressoren

·ch der in Z. Bd. 71 (1927) S. 1007 wiedergegebenen
·ache scheint es nötig, auf die Verhältnisse einzu-
·die sich beim Betrieb der Kondensationsanlage einer
·urbinengruppe mittels kleiner Hilfsturbinen ergibt.
·em spielen zwei Zahlen bei der Beurteilung der Wirt-
·chkeit eines solchen Antriebes gegenüber dem rein
·chen Betrieb von Kondensationsanlagen eine gewisse
·deren Bedeutung bisher nicht ganz klar hervor-
·ı ist:

·s Leistungsverhältnis $K = \frac{N'}{N}$ mit N' als Hilfsmaschinen-
·istung (Kraftbedarf der Kondensation) und N als
·auptmaschinenleistung,

·s Dampfmengenverhältnis $\varepsilon = \frac{d}{D}$ mit d als Dampf-
·wicht in kg/h der Hilfsturbine und D als Dampf-
·wicht der Hauptturbine bei einer bestimmten Be-
·stung.

· erste Zahl ist nur dann vergleichbar, wenn für N
·stimmte Leistung der zu vergleichenden Gruppen
·ollast) angenommen wird. Sie ist bei größeren
ı kleiner, bei kleineren verhältnismäßig größer. Die
·-Ing. Landsberg genannte Zahl von 4 vH bezieht
·ier nur auf einen bestimmten Fall. Die Leistungen
·ich aus den Versuchswerten berechnen.

· zweite Zahl, das Dampfmengenverhältnis ε, kann
·n und demselben Fall dadurch verschiedene Werte
·en, daß sich vor allem d ändert. Dies kann, wie
·hon erwähnt ist, durch Veränderung des Gegen-
· der Hilfsturbine geschehen. Bei Umstellung der
·bine auf Kondensation ist d trotz der im allgemeinen
·eren Wirkungsgrade η_h der Hilfsturbine am klein-
· das zur Verfügung stehende Wärmegefälle am größ-
· In den seltensten Fällen gelingt es hier, durch ent-
·nd hohe Drehzahl und Stufenzahl das zum Erreichen
·stimmten hohen Wirkungsgrades nötige $\frac{\Sigma u^2}{H_0}$ in der
·bine unterzubringen; auch dann aber erzielt man
·ich den Wirkungsgrad der Hauptturbine, da die
·enge wesentlich kleiner ist[1]).

· Erhöhung des Gegendruckes der Hilfsturbine durch
·n des Abdampfes in einen Vorwärmer oder in eine
·r Hauptturbine wird das Gefälle H_0 verringert. Die
·avon ist, daß schon einfach gebaute Hilfsturbinen
·gsgrade von 60 bis 65 vH erreichen. Die Dampf-
·und damit der Vergleichswert ε muß große Werte
·en. Da aber bei Betrieb mit Vorwärmer der Dampf
·fsturbine dem Arbeitsprozeß in der Hauptturbine
ı und dem Wärmeprozeß zugeführt wird, genügt es
·ehr, die Dampfmengenverhältnisse zu vergleichen,
· man muß, um diese Schaltungsart zu beurteilen,
·gleich auf die aufgewandten und die verbrauchten
·engen für die Einheit der Leistung beziehen.

·äheres s. Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 8 (1927) S. 309.

Auch durch Einschalten der Hilfsturbine in eine Stufe der Hauptturbine erreicht man wohl den auch im Schriftwechsel erwähnten Vorteil, infolge des kleineren Wärmegefälles einfach gebaute Hilfsturbinen verwenden zu können; doch sind mit der Einführung des Abdampfes in die Hauptturbine mannigfache Nachteile verbunden, die dazu geführt haben, daß man neuerdings diese Schaltungsart weniger häufig anwendet. Z. B. kann bei starkem Lastwechsel die Drucksteigerung an der Einführstelle des Abdampfes so groß werden, daß die Hilfsturbine, insbesondere bei fallendem Frischdampfdruck, die verlangte Leistung nicht hergibt. Bei Entlastung der Hauptturbine muß ferner unbedingt dafür gesorgt werden, daß der Dampf der Hilfsturbine die Hauptturbine nicht zum Durchgehen bringt. In diesem Fall muß man daher auf Auspuff oder Kondensation umstellen, was wieder den Nachteil hat, daß die auf Überdruck eingestellten Stopfbüchsen der Hilfsturbine nun gegen Luftleere abzudichten haben, wodurch Störungen hervorgerufen werden können.

Um die Schwankungen des Abdampfdruckes von der Hilfsturbine fernzuhalten, kann man zwar Hilfsdüsen verwenden, die den Gegendruck der Hilfsturbine unverändert erhalten; aber dann tritt die Gefahr des Abfalls der Hilfsturbinenleistung noch stärker hervor. Wenn daher Rollwagen erwähnt, daß diese Schaltung die Höchstlast beeinträchtigt, so trifft dies bis zu einem gewissen Grade zu. Am sichersten ist noch diese Schaltung bei Zweidruckturbinen, deren Steuerung den Druck des in die Hilfsturbine eingeführten Abdampfes unveränderlich erhält. Da bei dieser Schaltung der Abdampf im Niederdruckteil der Hauptturbine weitere Nutzarbeit leistet, ist ε kleiner als bei Verwendung von Vorwärmern.

Eine einwandfreie Beurteilung der Güte einer Schaltungsart ergibt aber immer nur der Vergleich auf Grund des spezifischen Wärmeverbrauches[2]). Es würde hier zuweit führen, näher auf die sich ergebenden Verhältnisse einzugehen; deshalb sei auf die unten angeführte Schrift hingewiesen[2]). Man muß stets auch angeben, wie der Abdampf der Hilfsturbine verwendet wird; denn bei Rückgewinnung der Wärme dieses Abdampfes, im Speisewasser z. B., erzielt man gegenüber allen anderen Schaltungen eine wesentliche Verbesserung im Gesamtverbrauch, obschon die Abdampfmenge der Hilfsturbine verhältnismäßig groß ist.

Der Angabe von Dr.-Ing. Landsberg, daß man durch Vergrößern der Dampfmengen (Erhöhung des Gegendruckes) den Dampfantrieb der Hilfsmaschinen dem elektrischen Antrieb gleichwertig machen kann, trifft somit nur mit gewissen Einschränkungen zu. Werden auch die hydraulischen Verluste in den Schaufeln mit zunehmenden Dampfmengen kleiner, so steigt anderseits der Verlust durch Undichtheit; außerdem verstärken sich die oben erwähnten Betriebsgefahren. Ist es aber möglich, die Abdampfwärme im Speisewasser auszunutzen, so erzielt man beim Dampfantrieb wohl die günstigsten Verhältnisse, doch dürfte der elektrische Antrieb in den meisten Fällen vorzuziehen sein.

Berlin [N 760] Dr. Melan

[2]) Vergl. Melan: „Schaltungsarten von Haus- und Hilfsturbinen", Berlin 1926.

Großflächen-Holzschleifer

Von Ing. Fritz Hoyer, Cöthen

Einflüsse. die beim Holzschleifen maßgeblich sind. — Die einzelnen Bauarten des Großflächenschleifer: Stetiger Schleifer von Voith. Dauerschleifer von Füllner. Bautzener Schleifer. Zwillingspressenschleifer der Miag. mechanischer Großflächenschleifer von Ripperger.

Auf den Schleifvorgang beim Zerfasern des Holzes für Papierhalbstoff haben die verschiedensten Bedingungen ihren Einfluß. Man unterscheidet zweierlei Haupteinflüsse:

1. Einflüsse, die unabänderlich gegeben oder durch ganz bestimmte gewählte Umstände hervorgerufen werden, und
2. Einflüsse, die auf willkürlich gewählten Umständen beruhen.

Zu den ersten gehört die Art des verwendeten Schleifsteines, also die Körnung, die Härte, das Bindemittel und die sich aus diesen drei Umständen ergebende Schärfe. Je nach dem gewünschten Endergebnis, also der Art des zu schleifenden Stoffes, hat man hierbei eine ziemlich weitgehende Unterscheidung zu treffen, ganz besonders aber bei dem Kunststein, der infolge der leichteren willkürlichen Beeinflussung seiner Eigenschaften auch heute oft für große Schleifer dem Naturstein vorgezogen wird. Als ein im allgemeinen unabänderlicher Umstand ist auch die Holzart zu bezeichnen; denn soweit es sich um die Großerzeugung von Holzschliff handelt, werden nur besondere und für den Zweck besonders geeignete und hohe Ausbeuten bei hoher Stoffgüte ergebende Holzarten verwendet. Ein andrer Umstand, der von einem großen Einfluß auf den Schleifvorgang ist, ist die Beschaffenheit des Holzes, das sich, je nachdem, ob es frisch oder trocken, alt oder jung, gedämpft, gekocht oder nicht vorbehandelt ist, sehr verschieden verhält. Von immer größerwerdender Bedeutung ist die Form des Schleifholzes, das ja in den meisten Fällen rund ist. Immer mehr kommen aber auch Spalthölzer und auch Schwarten zum Verschleifen, die also eine mehr oder minder kantige Form aufweisen.

Von sehr großem Einflusse sind nun ferner die Umstände, die man willkürlich wählen und verändern kann. Hierher gehört die Schärfung der Steine, die man weitgehend in der Hand hat, die Geschwindigkeit, mit der der Stein umläuft und die man heute bis nahe an die zulässige Festigkeitsgrenze treibt. Weiter ist hierher zu rechnen der Winkel, unter dem das Holz in bezug auf die Lagerung der Fasern an den Stein angepreßt wird, also je nachdem, ob es sich um Querschliff, Längsschliff oder Diagonalschliff handelt. Im allgemeinen wird allerdings heute bei allen neueren Schleiferbauarten der Querschliff durchgeführt. Auch der Druck auf 1 cm^2 Schleiffläche, unter dem das Holz dem Stein anliegt, hat einen großen Einfluß und ist willkürlich wählbar.

Von hoher Bedeutung ist hierbei das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit des Steines zum Druck. Es hat sich nämlich durch Versuche und vor allen Dingen auch in der Praxis gezeigt, daß bei niedrigen Drücken (z. B. 225 g/cm^2) die Leistung um etwa 9 vH erhöht wird, wenn man die Geschwindigkeit des Steines (z. B. von 12 auf 16 m/s) erhöht, bei hohen Drücken (etwa 550 bis 1050 g/cm^2) hingegen wird bei einer Erhöhung der Steingeschwindigkeit in den obengenannten Grenzen die Leistung herabgesetzt, und zwar um 5 bis 20 vH. Den Druck hat man nun in den letzten Jahren immer mehr gesteigert; man ging zunächst bis zu 2000 g/cm^2, da man hier bei gleichbleibender Schleiffläche eine ziemlich gleichmäßige Leistung erhielt.

Hierbei spielt allerdings die Spritzwassermenge eine große Rolle. Bei der Verwendung von großen Spritzwassermengen, wie man sie beim Kaltschliff braucht, wird wohl die Schleiffläche des Steines dauernd rein gespült; anderseits wird aber die Wärme rasch abgeführt, so daß sie nicht ihren günstigen Einfluß auf das Holzgefüge ausüben kann. Wenn man mit hohem Druck unter großer Spritzwasserzugabe schleift, dann erzielt man einen röschen Stoff. Durch die Verwendung geringerer Spritzwassermengen, also beim Warmschliff wesentliche Vorteile nicht zu erzielen. Anders lie Fall beim Heißschliff, bei dem man mit sehr wenig wasser schleift.

Um nun hier ein Verschmieren des Steines zu hüten, was gleichbedeutend mit einer Verminderun gar einem Aufhören der Schleifwirkung sein würd man bei dem Heißschliff den Stein im abgeschli Stoff „waten“, indem man diesen staut. Man erreich bei sehr hohen Schleifdrücken (bis zu 5000 g/cm man heute anwendet, daß der Stoff immer feiner wi so eine Schmierwirkung ausübt, die wohl eine Ste der Schleifleistung verhindert, aber anderseits gü Einfluß auf den Kraftverbrauch hat. Daß es in schränkung der Schleifwassermenge Grenzen nach gibt, ist bekannt. Denn durch zu geringe Wasser wird einmal ein nachteiliger Einfluß auf den Ste geübt, der dessen Festigkeitseigenschaften un beeinflußt, und zum andern besteht die Gefahr, d Holzkörper durch die Dampfbildung zum Teil ges wird, so daß sich Splitter bilden. Eine weitere der zu großen Erhitzung liegt darin, daß das H fängt, sich zu bräunen, indem sich die Lignine um es zeigt sich also dann leicht eine ähnliche Ersch wie man sie beim Dämpfen des Holzes herbeiführ

Von ganz besonders großem Einfluß ist nun die der Schleiffläche, und zwar vor allem hinsichtli Länge des Steines. Je länger die Schleiffläche ist gleichmäßiger muß im allgemeinen der Schleifvorgan den. Die für die Güte und für die Mengenleistu Stoffes so schädlichen Schwankungen werden in der sache durch die sich dauernd ändernde Reibfläche zw Stein und Holz hervorgerufen. Einen idealen S vorgang würde man in dieser Hinsicht erzielen, wer einen geschlossenen Holzblock an die Schleiffläc Steines anpressen könnte, so daß eine lückenlose rungsfläche auf die ganze Schleiflänge entsteht.

Dieser Umstand und die Tatsache, daß eine Schleiffläche an und für sich ein besseres, wenige terreiches Ergebnis liefert, gaben den Anlaß zur struktion neuer Großflächenschleifer.

Man unterscheidet bei diesen Großflächen-Holz fern Mehrpressen-Schleifer mit Preßkasten und E sen-Schleifer mit einem Holzschacht oder einem magazin. Bei den Mehrpressen-Schleifern findet m sehr bewährte hydraulische Anpressung des Holzes so wie auch den rein mechanischen Vorschub, bei d pressen-Schleifern mit Holzschacht nur den mechan Vorschub. Ein Mittelding zwischen den beiden bildet der zweipressige Großpressen-Schleifer mit kasten und Vorschub mittels Flüssigkeitsdrucke man allgemein als Magazinschleifer bezeichnet.

Die erste Maschine dieser Art, die in der In weitgehende Einführung fand, war der bereits er Voithsche Magazinschleifer[1]), dessen Kenn in selbsttätiger Holzzuführung und selbsttätige steuerung der Pressen bestand. Der Magazins hat nur zwei Schleifpressen, die aber sehr Schleifflächen aufweisen. Die durch die dauernd änderung der Schleiffläche hervorgerufenen Schw gen bleiben auch bei dieser Bauart bemerkbar. Maschinen finden sich noch in vielen Großkraft fereien, es werden aber in neuerer Zeit wegen d ßeren Vorteile immer mehr die neueren, im folgend wähnten Bauarten der Großflächen-Schleifer bevor

Die erste in der Industrie verwendete Bauart neuen Einpressen-Schleifer mit großer S fläche und ununterbrochener Zuführung des dürfte wohl m. W. der „Warren-Schleifer“ de

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 757.

Abb. 1
Einpressiger Großflächenschleifer, Bauart Füllner-Werk, Warmbrunn. Zum Vorschub des Holzes dienen Schraubenspindeln.

…on Engineering Works in Montreal …n sein, der sich allerdings in seinen Ausführungen …n ältere deutsche Vorschläge anlehnt, die wegen … deutscher Patente nicht geschützt werden …n. Dieser Warren-Schleifer hat in Deutschland … Eingang gefunden und weist auch dem nach… erwähnten Voithschen „Stetig"-Schleifer …ber verschiedene Nachteile auf, die vor allen … in dem sehr hohen Holzschacht zu suchen sind … der Art der Vorschubketten. Auch bei dem War…leifer wird das Holz durch eigenartig geformte … vorgeschoben.

…rade die Vorschubteile der verschiedenen Bau… die sich auf solche Einpressen-Schleifer beziehen, … leicht eine schwache Stelle. Bei dem Warren…er wird das Holz von Gliedern gefaßt, die mit … versehen sind; hierin liegt die Gefahr, daß das …ieben nicht vollkommen sicher geschieht und daß …eim Herausreißen der Spitzen aus dem Holze …r bilden.

…r Voithsche Schleifer[2]) (stetiger Schleifer) war … eine wesentliche Verbesserung, da er einmal den …hen Holzschacht vermied und dann die seiner … eigentümliche Form der Vorschubketten schaffte. … sich erwiesen, daß nicht das Eigengewicht der …ule im Schacht, als vielmehr eine seitliche Pres…ine Verdichtung der Holzsäule zur Folge hat. Der …olzschacht brachte also keine besonderen Vorteile, …n eher Nachteile, da eine Gefahr des Klemmens …lzer immer vorhanden ist. Bei der seitlich wirken… …erdichtung der Holzsäule ist das viel unwahr…icher. Die Holzrollen werden ununterbrochen und …nenfalls auch durch geeignete Vorrichtungen …fullt. Es bereitet keine Schwierigkeiten, selbst …er mit 2200 mm Schleifbreite durch einen Mann zu …ken. Bei Anordnung geeigneter Fördervorrich… kann ein Arbeiter sogar mehrere Maschinen be…, so daß die Bedienungskosten auf einen sehr …n Betrag heruntergedrückt werden.

[2] … Bd. 68 (1924) S. 759.

Zur Regelung dieser Schleifer benutzt man einen elektrischen Hilfsmotor, der die Ketten vollkommen gleichmäßig bewegt.

Nachdem nun die Vorteile dieser einpressigen Großflächen-Holzschleifer einmal zweifellos erwiesen waren, gingen auch andre Firmen dazu über, solche Maschinen zu schaffen. Die Firma Füllner-Werk in Warmbrunn benutzt bei ihrem Dauerschleifer zum Vorschub des Holzes Schraubenspindeln, Abb. 1. Durch diese Schraubenspindeln wird eine sichere und gleichmäßige Zuführung der Holzrollen an den Stein erreicht.

Das Holz wird hierbei in der Weise angepreßt, daß mittels der seitlichen Spindeln die Holzsäule verdichtet wird, da der Stein keilförmig wirkt, wobei auch die in der Mitte liegenden Holzrollen sicher gefaßt werden. Die Gewindegänge der Spindeln heben dabei das Gewicht der Holzsäule fast vollkommen auf. Der seitliche Druck der Spindeln wird durch Kniehebel geregelt, so daß eine Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse in leichtester Weise möglich ist. Klemmungen innerhalb des Holzschachtes, die an und für sich nur schwer auftreten können, werden durch die seitlich federnd gelagerten Spindeln vermieden.

Eine dritte Bauart, die sich bisher in der Industrie eingeführt hat, ist der Schleifer der Eisengießerei und Maschinenfabrik, A.-G., Bautzen, Abb. 2, der ebenfalls eine stetige Schleifarbeit bezweckt und dessen Eigentümlichkeit in den als Vorschubgliedern dienenden Rollenketten liegt. Diese Rollenketten stellen eine besonders einfache Vorrichtung dar, die sicher manche Vorteile aufweist. Ob sie allerdings alle Vorteile der Voithschen Kettenglieder und auch der Füllnerschen Spindeln hat, muß erst erwiesen werden.

Die großen und sehr hoch einzuschätzenden Vorteile dieser Rollenketten sind zunächst in ihrer Unempfindlichkeit, der leichten Auswechselbarkeit der einzelnen Glieder und deren niedrigem Preise zu suchen. Grundsätzlich bestehen die Rollenkettenglieder aus einfachen Hartholzrollen, die mit Stahlspindeln versehen sind. Diese Stahlspindeln wieder laufen in Bronzelagerbüchsen, die durch eingeschnittene Schraubengänge und Schraubenspindeln bewegt werden und so die vorschiebende Bewegung der Rollen zustandebringen. Es besteht also hier die beste Möglichkeit, die einer Schmierung bedürftigen Stellen zu schmieren, ohne daß eine Gefahr der Verunreinigung des Stoffes vorhanden ist. Bei den Gliederketten ist das nicht in dieser einfachen Weise möglich. Von ganz besonderem Vorteile dürften sich aber diese Holz-

Abb. 2
Stetiger Schleifer der Eisengießerei und Maschinenfabrik A.-G., Bautzen. Zum Vorschub dienen Rollenketten.

Abb. 3
Zwillings-Pressenschleifer der Amme-Luther-Werke, Braunschweig, (Miag A.-G.), mit hydraulischem Vorschub

rollen bei dem Verschleifen von gedämpftem Holz, also bei der Braunholzschleiferei erweisen; denn die Ameisensäure kann mit den Eisenteilen der Rollenkette kaum in Berührung kommen, während sie den Holzteilen nicht schadet. Daß die Ameisensäure des gedämpften Holzes einen nachteiligen Einfluß auf die Stahlketten und die Stahlspindeln ausüben muß, unterliegt keinem Zweifel. Eine Verwendung von Sonderstahl, der diesen Angriffen nicht unterliegt, dürfte wohl zunächst noch an dem zu hohen Preise scheitern.

Eine seitliche Zusammenpressung des Holzes findet bei diesen Schleifern nicht in dem Maße statt, wie bei den andern Bauarten, da sich die Rollketten vollkommen parallel nach unten bewegen. Das Holz erfährt aber einen starken, senkrecht gerichteten Druck und eine durchaus gleichmäßige Zuführung zur Schleiffläche. Die Wirkung des Rollkettenvorschubes erstreckt sich auch nicht so dicht an den Schleifstein heran, wie bei der Kniehebelkette und der Schraubenspindel.

Der Schleifdruck dieses Schleifers wird durch Veränderung der Vorschubgeschwindigkeit der Rollenketten geregelt.

Um aber auch die Vorteile des hydraulischen Antriebes für die Großflächen-Holzschleifer ausnutzen zu können, hat man auch die Pressenschleifer mit größeren Schleiflängen versehen.

Als Beispiel dafür dient der „Zwillings-Pressenschleifer“, Abb. 3, der Amme-Luther-Werke, Braunschweig, (Miag A.-G.). Dieser Schleifer ist nach den Grundsätzen der hydraulischen Mehrpressenschleifer gebaut, nur sind je zwei Schleifpressen so dicht aneinandergerückt, daß sie lediglich durch eine schmale Zwischenwand getrennt sind. Diese Zwischenwände sind verstellbar und im normalen Betrieb etwas vom Stein zurückgestellt. Die Schleifhölzer je zweier nebeneinanderliegender Preßkasten treffen also an dieser Stelle zusammen und bilden eine geschlossene Schleiffläche von etwa 1 m Länge.

Diese Zwillingsschleifer verlangen nun eine ganz gleichartige Bedienung wie die üblichen Mehrpressenschleifer mit hydraulischem Holzvorschub; sie haben also nicht die großen Vorteile der einfacheren und leichteren, mechanisch durchführbaren Beschickung der erwähnten Einpressenschleifer mit Vorratschacht. Bei kleineren Anlagen macht sich dieser Unterschied allerdings kaum sehr bemerkbar, während er bei großen sehr wohl ins Gewicht fällt.

Bei stark schwankenden Wasserkräften hat man die Möglichkeit, die Trennwand zwischen je zwei Pressen bis dicht an den Stein heranzustellen und so den Schleifer mit drei oder auch nur mit zwei der kleinen Pressen zu betreiben und dennoch eine günstige Belastung und Ausbeute zu erzielen.

Als besondere Vorteile dieser Großflächen-Schleifer ist vor allen Dingen die einfache Abpressung des Holzes zu nennen. Aus der bewährten Bauart ergibt sich ferner

Abb. 4
Mechanischer Großflächenschleifer von Ripperger & Cie.

die hohe Betriebsicherheit, die den Kastenschlei
eigen ist, und die niedrigen Unterhaltungskos
keine dem Verschleiß stark ausgesetzten Teile vo
sind. Geregelt wird bei diesen Schleifern mit
das einen besonders günstigen Einfluß auf den g
Verschleiß der Preßzylinder und -kolben hat. Ei
unreinigung des Stoffes durch dieses Öl ist nicht
fürchten, da man das Eindringen von Öl in die
kasten mit Sicherheit verhindert.

Infolge seiner Bauart bietet der Zwillingss
bei der Aufstellung gleiche Vorteile wie die
schleifer. Vor allen Dingen beansprucht er k
hohen Räume wie die Einpressenschleifer mit ihr
hältnismäßig hohen Holzschächten. Infolgedessen
wesentliche Ersparnis an Baukosten zu erzielen
vielen Fällen eine günstige Anlage der ganzen
ferei auch in älteren Betrieben und vorhanden
bäuden. Die Beanspruchung der Steine und so
Wellen und der Lager ist zweifellos günstiger
den Einpressenschleifern, bei denen der gesamte
senkrecht nach unten wirkt. Infolge der große
kästen ist auch das Verschleifen sehr dicker Ho
(bis zu 400 mm Dmr.) angängig, was allerdings ni
so praktischer großer Bedeutung ist, da so
Schleifholz heute kaum mehr in den Handel komn

Als letzte Bauart dieser neuen Großflächen-S
ist der in der Abb. 4 gezeigte mechanische
flächenschleifer der Firma Ripperger
zu nennen. Diese Schleifer haben zwei e
schräg gegenüberliegende Preßkasten von außer
lich großen Abmessungen. Die Schleiflänge betr
jedem Kasten 800 mm.

Die beiden Preßkasten arbeiten abwechseln
Beendigung des Arbeitsganges der einen Presse w
zweite, inzwischen mit Holz beschickte eingeschalt
Belastung des Schleifers ist somit gleichmäßig,
unterbrochen geschliffen wird. Die erwähnten S
kungen in der Belastung durch die infolge der
form des Schleifholzes bedingten Änderungen
Schleiffläche bestehen naturgemäß auch hier; sie
durch eine geeignete Regelung ausgeglichen werd
Einflüsse des Pressenwechsels sind aber bei dieser
ferbauart praktisch unbedeutend.

Beide Pressen werden von einem Preßölreg
regelt, der mittels einer Kette von der Schleiferwe
angetrieben wird und über Kupplungen mit de
triebe im Räderkasten in Verbindung steht. Die
platten werden durch Schneckenradgetriebe und
gegen das Holz gedrückt, die Preßplatten selbst si
federt. Die selbsttätige Auf- und Abwärtsbewegun
Pressen kann auch mit der Hand in jeder Höhens
gesondert unterbrochen oder beschleunigt werden.
[B 1

Die Pendelseilbahn als flächenbestreichendes Fördermittel

Von Dipl.-Ing. G. W. Heinold, Leipzig

pelpendelbahn auf Zeche Mathias Stinnes III/IV

if der Schachtanlage Mathias Stinnes III/IV in Glad-
i Essen arbeitet ein Haldenschütter, den man bei der
stelle als Drahtseilbahn und an der Entladestelle als
ran ansprechen könnte, Abb. 1 und 2. Es ist eine
r Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel,
icken, gebaute, in Gesamtanordnung und Einzelkon-
on von allem Gewohnheitsmäßigen abweichende Dop-
delseilbahn, deren eigenartige Ausbildung eine Folge
fgabenstellung ist. Während man sonst bei Halden-
nen nach größter Ausnutzung des Sturzplatzes durch
ing eines hohen Kegels oder langer, gerader Dämme
glichst geringer Grundfläche strebt, wurde im vorlie-
Falle bei mäßiger Sturzhöhe eine außergewöhnliche
bestreichung gefordert, da das aufgehöhte Gelände
für andre Zwecke nutzbar gemacht werden sollte.
b. 2 zeigt die Grundrißform des Sturzplatzes und
age gegenüber der Kohlenwäsche, wo die zu fördern-
schberge entfallen, ferner die Linienführung der Zu-
bahn und die von dem eigentlichen Haldenschütter
iene nutzbare Sturzfläche in Form eines Kreisaus-
s, dessen Mittelpunkt so gelegt werden konnte, daß die
ung von der Beladestelle dem Kreishalbmesser, 250 m,
wurde; dies ermöglichte die Verwendung eines für
ahnteile gemeinsamen Zugseiles für die zwei Wagen,
Pendelverkehr insofern gegenläufig arbeiten, als der
der Beladestelle eben gefüllte jeweils voll vorwärts
in der Mitte liegenden Zwischenstation eilt, wenn der
von der fahrbaren Endhaltestelle aus zu jener leer
kommt, um die von dem ersten angeförderten Berge
ehmen und im Verlauf des weiteren Arbeitspieles auf
zu stürzen. Unter Zugrundelegung einer Fahr-
indigkeit von 5 m/s und eines Wageninhaltes von
wird eine Leistung von 50 t/h mit zwanzig stünd-
Arbeitspielen erreicht.

ie Beladestelle ist der Kohlenwäsche unmittel-
rgelagert, Abb. 3; sie enthält im oberen Teil einen
ichbunker, in dem sich die von einem Hilfsförderer
m Obergeschoß der Wäsche zugeführten Berge zu-
ansammeln, eine Arbeitsbühne für das Beladen der
und schließlich die Spannvorrichtung für das Trag-
anschließenden Strecke. Die Spannvorrichtung ist mit
cht auf vorhandene Gleisanlagen wie die Haltestelle
äußerst kurz gehalten.

Für Ausgleichmuffe, Spannseil und Scheibe war nicht genügend Raum, und so ergab sich die Notwendigkeit einer Sonderbauart, die im wesentlichen die Form eines dreieckigen Winkelhebels hat. An dessen einem Arm ist das durch Betonklötze belastete 50 000 kg schwere Spanngewicht mit Gelenkbolzen und Laschen angeschlossen, während der andre obere Arm zu einem langen, gekrümmten Schuh ausgebildet ist, der als Auflager für das Tragseil und als Widerlager für dessen Endmuffe dient, beim Spannen des Tragkabels aber auch als Rollenblock des dazu nötigen Flaschenzuges verwendbar ist. Dieser Winkelhebel schwingt um ein doppeltes Bolzenkipplager, das die aus Seilzug und Spanngewicht zusammengesetzten Kräfte auf die Eisenkonstruktion der Haltestelle überleitet und ein sofortiges Ansprechen des Hebels schon auf geringfügige Spannungschwankungen und Längenänderungen des Tragseiles gewährleistet. Kurz vor der Seilverankerung im Winkelhebel kommt der Förderwagen zum Stillstand und wird sodann aus dem Füllrumpf beladen. Um die beim Füllen des Kippkübels auftretenden Stöße vom Seil selbst fernzuhalten und dies zu schonen, sind Hilfsschienen zum Abfangen dieser Kräfte vorgesehen.

Die anschließende ortfeste Seilbahn führt, von zwei einseitigen Ständern in bekannter Weise unterstützt, über den Zechenplatz, überquert ein durch Sturzdach geschütztes Anschlußgleis und endet in der mittleren Zwischenhaltestelle auf dem Sturzplatze. Der auf ihr verkehrende Förderwagen besteht aus einem vierrädrigen Laufwerk, einseitigem Gehänge und Kippkübel, der um eine Längsachse schwingt. Das unterhalb des Tragseiles verlegte Zugseil ist am Gehänge lediglich angeklemmt, um eine genaue Einstellung zu ermöglichen. Der Kübel wird in der Beladestelle mit der Hand festgeklemmt, an der Überladestelle durch Anschlag ausgelöst.

Die Überladestelle ist sowohl Bestandteil der feststehenden Zubringerbahn, als des verschwenkbaren Haldenschütters, Abb. 4. Für die Zubringerbahn dient sie als Endhaltestelle und für das hier fest verankerte Tragseil als Spannbock. Sie enthält außer den Leitrollen für das Zugseiltrum dieser Bahn einen Überladetrichter; in diesen entleert der darüber auskippende Förderwagen seinen Inhalt, der dann auf eine Wendelrutsche weitergleitet, Abb. 5 und 6. Mit der Rutsche beginnt der verschwenkbare Teil der Anlage, der zum Überleiten der Berge in den Förderwagen der Anschlußbahn dient. Er mußte, um dem Trag- und dem Zugseil ausweichen zu können, wendeltreppenartig gestaltet werden, und ist auf der Hauptachse aufgesetzt, die mittels konsolartiger Vorbauten so an den fördergerüstähnlichen Turm der Zwischenhaltestelle gelagert ist, daß das an dieser beweglich

Abb. 1 und 2
Ansicht und Lageplan der Doppelpendelbahn auf Zeche „Mathias Sitnnes III/IV"
a Beladestelle *b* Überladeturm *c* fahrbarer Pendelturm *d* Antriebhaus *e* Schwenkwinkel der radial und im Kreisbogen verfahrbaren Teile der Bahn

Abb. 3
Beladestelle der Doppelpendelbahn

Abb. 4
Überladestelle

mit Kreuzgelenk, Laschen und Endmuffe angeschlossene Tragseil des Haldenschütters zu einem Ausschlag von insgesamt 240° befähigt wird, wovon allerdings nur rd. 205° ausgenutzt werden. Tritt ein solcher Ausschlag ein, so nehmen alle in der Mittelachse gelenkig angeordneten Konstruktionsglieder, u. a. also auch die Zugseil-Leitrolle mit ihrer Lagerung, die angebauten Schmiersockel und die Wendelschurre selbst daran teil. Diese bildet mit ihrem unteren Ende gewissermaßen die Füllschnauze für den in seine Endstellung an der Beladeseite vorgefahrenen Förderwagen des Haldenschütters.

Das Laufwerk des Förderwagens ist gleichfalls vierrädrig, umfaßt das Tragseil von 50 mm Dmr. beiderseitig und trägt das Kübelgehänge in Queranordnung, so daß das Fördergefäß in der Fahrtrichtung beladen wird und sich, durch einen verfahrbaren Anschlag ausgelöst, entleert. Das Fördergefäß schließt selbsttätig und faßt ebenfalls rd. 2500 kg Fördergut wie der Zubringerwagen. Hier ist das Zugseil fest mit dem Laufwerk verbunden, doch läuft es von der Überladehaltestelle in einer freien Spannweite wie auch das Tragseil ohne Zwischenunterstützung zur verfahrbaren Endhaltestelle durch. Diese Anordnung erinnert an Kabelkrane, noch mehr die als verfahrbarer Pendelturm ausgebildete Endhaltestelle.

Während man auf dem Weg über die Seilbahnkrane bereits zu der um Gelenke kippenden, ortfesten Drahtseilbahn-Endstation gekommen war[1]), deren Schräglage die Seilspannung erzeugt, hat man hier auch noch die Fahrbarkeit auf einer einzigen im Kreisbogen verlegten Schiene übernommen[2]). Das Fahrwerk mit seinen zur besseren Verteilung der Auflast in Ausgleichhebeln gelagerten acht Laufrädern tritt nur in Tätigkeit, wenn die Anschüttung jeweils genügend weit fortgeschritten ist; so konnte auf elektrischen Antrieb verzichtet werden, und das der Raddruckri entsprechend schräg verlegte Gleis wird nur nach vorgebaut und rückwärts wieder abgebrochen. Eisenkonstruktion ist ein Käfig zur Aufnahme d lastungsgewichte, die aus Betonwürfeln bestehen, vorg Die Endstation umfährt den sektorförmigen Sturzpla ermöglicht so, daß der Haldenschütter nach Art der bahnkrane eine ausgedehnte Fläche bestreicht.

Besonders hervorzuheben ist

die Zugseilführung.

Diese beginnt und endet an der Trommel des An wo das eine Zugseiltrum aufgespult wird, während s andre abwickelt. Im Zuge der Zubringerbahn verlauf das Seil tiefliegend zunächst in die Beladestelle geführt durch Rollen in die Flucht der Wagenfahrbahn unter zeitigem Richtungswechsel übergeleitet wird. Im fol Abschnitt ist der Förderwagen der Zubringerbahn klemmt; von diesem und den Stützrollen der Zwischens getragen, erreicht das Seil die Zwischenstelle, wo e eine feste zu einer darunterliegenden verschwenkbaren damit in die Anschlußbahn, und zwar nunmehr unmi zur Endstelle der Anschlußbahn übergeführt wird, w maliger Richtungswechsel stattfindet. Auf dem Rü zur Zwischenhaltestelle schräg unter dem Tragseil Strecke verlegt, ist das Seil an den Förderwagen des H schütters angeschlossen und am Streckenende in un barer Nähe der Schwenkachse über die dort eingebaut rolle abermals senkrecht nach unten abgelenkt. Am der Überladestelle vermittelt eine letzte Leitschei Rückführung zum Antrieb. Die Führung des Seiles in Zuge über beide Bahnteile ist nur dadurch erm worden, daß diese im vorliegenden besonderen Falle gleiche Längen erhalten konnten. Bei ungleicher Län Teilstrecken würde eine gewisse Verteuerung ent weil dann die Zugseile für die Einzelbahnen getre

[1]) „Der Bergbau" Bd. 27 (1914) S. 769.
[2]) Heinold, „Seilbahnkrane neuerer Bauart" Z. Bd. 60 (1916) S. 501

sind, länger ausfallen und es eine besondere Trommel Zubehör angeordnet werden er jeweils kürzeren Strecke m sinngemäß die kleinere mmel zugeordnet, und der verkehrende Förderwagen it entsprechend geringerer indigkeit.

hier die Förderwagen an iufige Teile desselben Zugangeschlossen sind, wickelt n Arbeitspiel wie folgt er Förderwagen der ort- Zubringerbahn möge vor llschnauze der Beladestelle und der Wagen des Halütters kurz vor der Endelle. Nach erfolgter Fülurch den Arbeiter betätigt den Antrieb durch Druckteuerung. Alsbald laufen ide Wagen gegen die in der elegene Zwischenstelle, den turm, hin; sie sind in gegenseitiger Lage an den ltrümern befestigt, daß ugleich in der Endstellung en, der erste Wagen oben am detrichter, der andre unten n Ende der Wendelschurre. ntrieb stoppt selbsttätig und lt nach Verlauf von rd. 8 s rtrichtung. Inzwischen ist halt des Förderkübels, der Anschlag über dem Trichleert worden war, auf dem ber die Wendelrutsche in rderkübel der verschwenk- Anschlußbahn gelangt, der Teil der Fahrt beginnt, und jetzt bewegen sich beide von der Zwischenhaltestelle weg, der entleerte zurück destelle und der soeben gefüllte Förderwagen des schütters zur jeweiligen Sturzstelle, die durch verfahrbaren Anschlag nach Bedarf verlegt werden kann, und über diese hinaus, bis er vor der Endhaltestelle zum Stillstand kommt. Dieser Arbeitsvorgang, vom ersten Anlauf abgesehen, wickelt sich vollkommen selbsttätig ab.

Abb. 7
Schaltbild der Pendelseilbahn mit vollem selbsttätigem Betrieb

a Hauptmotor, *b* Umschaltschützen, *c* Umschaltrelais, *d* Verzögerungsschütze, *e* Bremsmagnete, *f* Steuermotor

Die Einleitung aller Zwischenbewegungen des Zugseiles wie der Wagen vermittelt der Antrieb. Er ist zwischen dem Sturzdach und dem Umladeturm, also im Bereich der ortfesten Zubringerbahn und samt der zugehörigen, von den Bergmannwerken, Berlin, gelieferten elektrischen Ausrüstung in einem besonderen Häuschen untergebracht, in das die Zugseiltrümer beiderseits einlaufen. Sie sind hier an der gemeinsamen Seiltrommel festgemacht, und zwar so, daß das ablaufende Trum jeweils den Platz oder die Rille für das auflaufende freigibt. Die Trommel bleibt also jederzeit bewickelt.

Die Trommel wird über Vorgelege durch einen Drehstrommotor von 60 PS Leistung für aussetzenden Betrieb bei 750 Uml./min angetrieben. Auf einer der Vorgelegewellen sind zwei elektromagnetisch betätigte doppelte Backenbremsen angeordnet und eine wagerecht gelagerte Spindel für eine Anzeigevorrichtung angeschlossen, deren Wandermutter bei ihrer Bewegung ein verkleinertes Bild des Wagenlaufes gibt. Je nach der Fahrtrichtung betätigt die Wandermutter die Steuerschaltergruppe am einen oder andern Ende, und zwar jeweils zunächst den Verzögerungsschalter, den Endschalter erst etwas später, nachdem durch künstliche Belastung des Antriebmotors mittels der Verzögerungsbremse unter gleichzeitigem Einschalten eines entsprechend großen Rotorschlupfwiderstandes eine wesentliche Verminderung der Umlaufzahl des Motors und damit der Fahrgeschwindigkeit herbeigeführt worden ist. Die durch den Verzögerungsschalter eingeleitete elektrische und mechanische Bremsung bereitet das jeweilige Stillsetzen des Antriebes gewissermaßen nur vor, während der endgültige Abschluß dieses Arbeitsvorganges unter Vermittlung des Endschalters durch Einfallen der elektromechanischen Stoppbremse erfolgt.

Diese Verbindung von elektrischer und mechanischer Bremsung zu einer Stufenwirkung gewährleistet genaues Einhalten der vorgeschriebenen Endstellungen bei stets gleichbleibenden Bremswegen. Etwaige Unterschiede im Nachlauf, die sich mit der Zeit infolge von Zugseillängung oder dergleichen ergeben, können mittels Umgehungsendschalter ausgeglichen und durch Seilkürzung beseitigt werden. Der Anlauf des Motors im Vorwärts-Sinne wird durch Betätigung eines Druckknopfes eingeleitet, alles weitere, insbesondere auch der Wechsel der Drehrichtung erfolgt selbsttätig durch Anlasser in Verbindung mit Umschaltschützen für die Ständerwicklung, Abb. 7.

Abb. 5 und **6**
Kopf des Überladeturmes

Abb. 8
Umlaufräderwerk

Die an den Antrieb einer Pendelseilbahn zu stellenden Anforderungen sind weit vielseitiger als diejenigen, denen ein für gleichbleibende Umlaufrichtung bestimmter gerecht zu werden hat, und zwar bereiten im wesentlichen die An- und Auslaufzeiten gewisse Schwierigkeiten im Betriebe. Jene können als behoben gelten, wenn die Kraftquelle genügend Anzugmomente aufbringt und der Antrieb selbst diese mit Sicherheit auf das Zugseil überträgt. Bei den Auslaufzeiten wachsen die Schwierigkeiten mit der Größe der Fördergefäße, und in noch viel höherem Maße mit der Genauigkeit, die für das Einhalten der Endstellungen verlangt werden muß, und schließlich gar noch quadratisch mit der Fahrgeschwindigkeit. Im vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel dürfte in dieser Hinsicht die Grenze dessen erreicht sein, was mit unmittelbarem Drehstromantrieb und vereinigter elektrisch-mechanischer Bremsung in Stufenwirkung zu erzielen ist.

Für noch schwierigere Fälle gibt es neben der neuerdings mehrfach auch für Personen-Pendelseilbahnen verwendeten Leonardschaltung noch ein verhältnismäßig sehr einfaches Hilfsmittel zur Lösung dieser Antriebsfrage, nämlich das Umlaufräderwerk in Verbindung mit zwei verschieden großen, sonst handelsüblichen Drehstrommotoren und einer dem größten Kraftbedarf genügenden Gesamtleistung. Insbesondere bei halbselbsttätigen Bahnbetrieben zweifellos von Vorteil, erhält es für diesen Zweck eine entsprechende Gestaltung nach Abb. 8. Die an dem lose auf der Vorgelegewelle laufenden Stegrad gelagerte Umlaufrädergruppe kämmt einerseits in ein mittleres Ritzel mit 15 Zähnen, das von dem Hilfsmotor über ein Vorgelege und dessen Welle angetrieben wird, anderseits in ein mittleres Rad mit Innenverzahnung und 60 Zähnen, das von dem Ritzel des Hauptmotors unmittelbar in Drehung versetzt wird, und im übrigen wie das Stegrad lose laufend auf der Vorgelegewelle angeordnet ist. Das Stegrad vermittelt die Übertragung auf die Trommel oder Treibscheibe für das Zugseil.

Gleiche Umlaufzahlen und Drehrichtung der beiden Motoren und Vorgelegeräder vorausgesetzt, wird innerhalb des so gestalteten Umlaufräderwerkes keinerlei Relativbewegung aufkommen. Vielmehr läuft das Stegrad gleich schnell und gleichsinnig mit den beiden Mittelrädern. Anders beim Abschalten des Hauptmotors: die Umlaufzahl des Stegrades sinkt nach den für Umlaufgetriebe gültigen Regeln[3]) sofort auf ein Fünftel der normalen, sofern nur der Hilfsmotor allein weiterläuft, und zwar ohne gleichzeitige Änderung seiner Leistung. Diese verhält sich zu der des Hauptmotors wie 1 : 4, es würden also beispeilsweise zwei Motoren von gleicher Umlaufzahl und 12 und 48 PS Leistung, zusammenwirkend, eine Fahrgeschwindigkeit von 5 m/s hervorbringen, während der kleinere Hilfsmotor, allein wirkend, nur eine solche von 1 m/s erzeugt.

Diese Eigenschaften des Getriebes lassen sich für den Betrieb einer Pendelseilbahn wie folgt auswerten: Das Arbeitspiel beginnt mit dem Anlassen beider Motoren im Vorwärtssinne, während der Beschleunigungszeit steigert sich die Fahrgeschwindigkeit von 0 auf 5 m/s, mit der dann der Hauptteil der Strecke durchfahren wird. Gegen Ende

[3]) Heinold, „Umlaufrädergetriebe im Hebezeugbau" Z. Bd. 68 (1924) S. 1191.

der Strecke wird nun der Hauptmotor abgeschaltet, zugehörige Hauptmotorbremse sorgt nach Maßgab Dämpfung dafür, daß der Auslauf allmählich und d setzen nicht allzu schroff und stoßartig erfolgt. D die Fahrgeschwindigkeit der Bahn auf 1 m/s ver worden, weil nun nur noch der Hilfsmotor weiter und nach Überschreiten einer gewissen Sicherheit wird auch diesem der Strom entzogen, die elektron sche Hilfsmotorbremse fällt ein und sichert durch nismäßig kräftige Wirkung ein genaues Anhalten vorgeschriebenen Endstellung.

Der Auslaufweg kann auf diese Weise viel genau gelegt und dauernd eingehalten werden; denn die endgültige Stillsetzen maßgebende Hilfsmotorbre lediglich für $^1/_{25}$ der kinetischen Energie zu bemess der in voller Fahrt, das sind 5 m/s, befindlichen B deren im Bewegungszustand beharrenden Massen inn Wenn starke Schwankungen in der Belastung des unbedingt vermieden werden müssen, kann auch der der Bahn zunächst jeweils mit dem Hilfsmotor allein und der Hauptmotor später zugeschaltet werden. bietet das Umlaufgetriebe auch die Möglichkeit, gele die ganze Strecke mit dem Hilfsmotor und gerin schwindigkeit zu befahren, wenn Prüffahrten od besserungen vorzunehmen sind oder ein Gefahrfall

Antrieb für größere Bahnlänge

Die weiter oben gestreiften Schwierigkeiten, die d tragung der Anzugmomente und -kräfte auf das bietet, sind bei der erörterten Anlage durch die Verw einer Seiltrommel in einwandfreier Weise restlos b

Bei noch größerer Bahnlänge führt die zu erz große Umfangskraft meist auf einen mehrrilligen Die mannigfachen Mängel eines solchen wurden du bau von Ausgleichgetrieben und andern Konstrukti zu einem gewissen Grade beseitigt. Der aus der vi Seilbiegung beim wiederholten Auf- und Ablauf rührende Seilverschleiß ist geblieben, und so hat ma lange bevor theoretisch nachgewiesen wurde[3]), Biegung letzten Endes der Kern der Drahtseilfrage u Verminderung nach Anzahl und verhältnismäßige eine Vorbedingung für die Haltbarkeit der Seile ist, fühlsmäßig danach gestrebt, den Mehrrillentrieb zu und dafür die Treibfähigkeit der einfachen Scheibe gern. In jedem Falle wurden die erzielten Vort beträchtlichen Nachteilen erkauft.

Eine neuere Bauart könnte hier Wandel schaffen wie bei der Keilrillen- und Greiferscheibe ein s axialer Druck zur Vergrößerung der Reibungstriebk geübt wird, aber dennoch die ununterbrochene, gla lage in gedrehter Rille beibehalten wird. Das Wese Taumelscheibenantriebes besteht darin, das Antrie zwei Einzelscheiben aufzuspalten und die beiden T Achsen laufen zu lassen, die einen sehr spitzen Win

[3]) Benoit, „Die Drahtseilfrage"; Karlsruhe 1915.

Abb. 9
Taumelscheibenantrieb

r bilden, so daß die Scheibenkranzebenen nicht l zueinander liegen, sondern einen keilförmigen enraum, mit der Spitze in den vom Seil umspannten zeigend, einschließen. Beim Umlauf wird sich dem- das Rillenprofil um wenige Millimeter verengen und wieder erweitern, das an einer zwischengelegenen ingeführte Zugseil wird beim Durchlaufen der Ver- seitlich gepreßt, dann aber, kurz vor dem Ablauf, freigegeben.

n eine gewisse Anpassung an Schwankungen in der und Nachgiebigkeit des Zugmittels zu gewährleisten, Lagerung der Einzelscheibenachsen nicht starr, viel- wird nur die eine, angetriebene, im wesentlichen fest t, während die andre, zur eigentlichen Taumelscheibe e, durch eine Kreuzgelenkkupplung beweglich ange- en ist und durch ein federbelastetes Lager beeinflußt Abb. 9.

e Federkraft sucht nun die Taumelscheibe um den schnittpunkt zu kippen und dabei stützt sich der dieser Taumelscheibe auf den der festen als Wider- ab, indem das dazwischenliegende Zugseilstück zu- gepreßt wird. Dieser Anpreßdruck und damit der an Reibungs-, Trieb- und Umfangskraft wächst mit ruck des federbelasteten Lagers und mit seiner Entfernung vom Achsenschnittpunkt; zweckmäßig wird man die Anordnung so treffen, daß zur Entlastung des Führungslagers die Federkraft annähernd der Gegenkraft des Zugseiles entspricht.

Betätigt ein solcher Taumelscheibenantrieb eine Bahn mit dauernd in derselben Richtung umlaufendem Zugseil, dann kann zur Steigerung der Wirkung die Richtung des Federlagerdruckes mit Erfolg so verlegt werden, daß die Stelle des größten Druckes aus der Mitte des umspannten Bogens gegen die Ablaufstelle des Seiles hin verlegt wird, um bereits in dem der kleinen Ablaufspannung des Zugseiles zugeordneten Stück des umspannten Bogens die zusätzliche Steigerung der Umfangskraft hervorzurufen. Auf diese Weise läßt sich die Wirkung eines dreirilligen Antriebes erzielen, ohne daß die größte spezifische Pressung des Seiles so hoch ansteigt, wie in den selbsttätigen Kuppelvorrichtungen der Seilbahnlaufwerke. Hier wird sie dadurch hervorgerufen, daß sich die Rillenteilprofile beim Umlauf ein wenig nähern und dann wieder voneinander entfernen, während das Zugmittel sich beim Anlauf auf die Scheibe ohne Keilwirkung frei in den Rillengrund einlegt, dann zunehmend bis gegen Ende des umspannten Bogens seitlich zusammengepreßt und schließlich bei Ablauf wieder vollkommen freigegeben wird. [M 207]

e neue Kokslöschanlage im Gaswerk Leipzig-Connewitz

r Behebung der Mängel der alten Kokslöschanlage sser Koks, starker Verschleiß der Eisenteile) wurden ch des Umbaues der Koksförderung im Gaswerk Leip- newitz auch die Kokslöschanlagen den neuzeitlichen rnissen entsprechend umgebaut. Der alte Kokslösch- les Werkes wurde hierbei als Zwischenbunker ver- , der lediglich die Überführung des glühenden Koks n Kammern in den unter dem Turm stehenden Lösch- regeln soll und den Koks nur während der Ent- g der Kammern, die unter normalen Verhältnissen änger als 1 min dauert, aufnimmt.

urch Öffnen des unteren Drehverschlusses des Sammel- rs wird der an dem Seil einer mit Druckknopfsteue- u betätigenden Spillvorrichtung hängende, 10 m lange vagen beschickt, der sich mit einer solchen Geschwin- unter dem Drehverschluß des Zwischenbunkers fort- , daß er sich gleichmäßig mit einer Koksschicht von Höhe anfüllt[1]). Mit dem glühenden Koks fährt der vagen unter den Löschschlot, der in seinem unteren us gebrannten Klinkern, in seinem oberen Teil aus ufgebaut ist. Der Koks wird schon während des Ein- s in den Schlot innerhalb ¾ min mit einer genau ab- enen Wassermenge möglichst gleichmäßig bespritzt; äßt ihn dann noch 2 bis 3 min ausdampfen. Durch gen einer zweiten Druckknopfsteuerung fährt der aus 'ahrgestell und dem kippbaren Oberteil bestehende vagen über den Löschschacht hinaus auf eine Kippvor- g an der Entladestelle, an der durch Kippen des vagenoberteils um 45° der Koks durch die vordere lappe langsam und ohne großen Fall in einen Förder- mit 12 m³ Inhalt rutscht.

er Kübel wird durch einen Kran von 20 m Ausladung n und in die neben der Löscheinrichtung stehende afbereitanlage entleert. Eine unter dem Förderkübel an- hte Waage ermöglicht die gewichtmäßig genaue Er- ng der Kokserzeugung. Das überschüssige Löschwasser wird in einer zwischen den beiden Antriebstellen für die Spillwinde liegenden Kläranlage unmittelbar neben dem Löschschacht geklärt und nach Absetzen des Koksschlammes in die Kanalisation abgelassen. Die Löscheinrichtung arbeitet seit November 1926 sehr zufriedenstellend, besonders da man durch Einstellen der Löschzeit in der Lage ist, die Feuchtigkeit des Koks genau zu regeln. [N 919] Pr.

[1]) „Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 677.

Hochspannungsanzeiger

Um zu wissen, ob eine elektrische Leitung unter Spannung steht, bedient man sich in Niederspannungsnetzen der Prüflampe; dagegen mußte man in Hochspannungsnetzen, wo die Gefahren bei Arbeiten an den Leitungen besonders groß sind, darauf vertrauen, daß der Auftrag, die Leitung vor Beginn der Arbeit auszuschalten, pünktlich und richtig ausgeführt war. Die Firma Felten & Guilleaume, Carlswerk, A.-G., Köln-Mülheim, hat nun nach Angaben von Prof. Zipp einen Hochspannungsanzeiger ausgebildet, mit dem man während des Betriebes feststellen kann, ob eine Leitung unter Spannung steht[2]).

Das Gerät besteht aus einem Hochspannungskondensator in einem Hartgummizylinder, Abb. 1; die eine Belegung wird über eine Neongas-Leuchtröhre an die Leitung gelegt, die andre an Erde. Wenn die Leitung unter Spannung steht, tritt ein Verschiebungsstrom auf, der die Neonröhre zum Leuchten bringt. Für je 5 kV ist ein Kondensator erforderlich; bei höheren Spannungen werden die Kondensatoren hintereinander geschaltet, wodurch das Gerät, das für 5 kV 30 cm lang ist, jedesmal um rd. 7 cm verlängert wird.

Beträgt die Betriebspannung mehr als 30 kV, so ergäbe das einen zu langen und unhandlichen Hochspannungsanzeiger, wenn man viele Kondensatoren hintereinander schaltete. Deshalb benutzt man für diese hohen Spannungen (bis 60 kV) ein Gerät ohne Erdanschluß, weil bei mehr als 25 kV die Kapazität eines Metallzylinders gegen die Umgebung genügt, um die Neonröhre zum Leuchten zu bringen. [M 839] Pa.

[2]) Carlswerk-Rundschau Nr. 1 S. 23.

Haken zum Anhängen an die Leitung
Klemmschraube für die Erdleitung
Handgriff
RZ839Z1
Glas-Zylinder
Neongas-Leuchtröhre
Hartgummi-zylinder
Kondensator
40 mm ϕ
Gewinde für den Handgriff

Abb. 1
Hochspannungsanzeiger, Bauart Felten & Guilleaume, Carlswerk, A.-G.

Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen

Von Dr. Erich C. Rassbach, Direktor der Firma Robert Bosch A.-G., Stuttgart

(Schluß von S. 1709)

Abb. 27
Längsschnitt durch einen Magnetzünder

a Stahlmagnetbügel
b Polring
c Anker
d Kondensator
e Unterbrecher
f Schleifring
g Stromabnehmer
h Verteilerlaufstück
i Verteilerkohle
k Verteilerzahnrad
l Verteilerscheibe
m Verteilerkontakt

Abb. 28
Schaltbild eines Magnetzünders

a Stromabnehmer
b Verteilerlaufstück
c Zündkerzen
d Zündkabel
e Verteilerscheibe
f Verstellhebel
g Kurzschlußschalter
h Masse

Magnet- oder Batteriezündung

In Europa verwendete man bisher überwiegend Magnetzünder, während in den Vereinigten Staaten etwa 50 vH der Personenkraftwagen mit Batteriezündung versehen sind[19]). Droschken, Lastwagen, Omnibusse und ähnliche Gebrauchsfahrzeuge werden dagegen noch überwiegend mit Magnetzündung versehen.

Der Magnetzünder, Abb. 27 bis 29, ist eine in sich geschlossene Maschine, die, vom Motor angetrieben, in ihrem Anker Niederspannungsstrom erzeugt; dieser wird durch Unterbrechung bei einer bestimmten Ankerstellung in einer auf dem Anker befindlichen Wicklung in hochgespannten Zündstrom verwandelt und an die Zündkerzen verteilt.

Abb. 29
Magnetzünder (von der Unterbrecherseite aus gesehen)

Die Batteriezündung, Abb. 30, besteht im Gegensatz zum Zündapparat aus Stromquelle, Zündverteiler mit Unterbrecher, Abb. 31 und 32, und Zündspule (Transformator), Abb. 33. Der über den Unterbrecher zur Primärwicklung der Spule fließende
wird einer besonderen Stromquelle entnommen;
kundärstrom der Spule (Zündstrom) wird dur
Verteiler den Zündkerzen zugeführt.

Der Anker des Magnetzünders kann erst bei ei
wissen Drehzahl einen Funken liefern, der aber n
gender Drehzahl an Stär
Schlagweite zunimmt; de
steigender Drehzahl nim
primär erzeugte Spannu
Leistung zu. Im Gegensa
erzeugt die Batteriezündu
niedrigsten Drehzahlen d
tigsten Funken, weil da
netische Feld in der Tr
matorenspule genügend Z
sich aufzubauen. Bei h
Drehzahlen nehmen L
Funkenstärke und Schl
ab und sinken schließli
null, wenn die Zeit zwisch
einzelnen Entladungen se
wird.

Die Vergleichswerte
Abb. 34 und 35 darges
der Zündapparat gibt sc
den Drehzahlen, die ohne
die Vergasung notwendi
Schlagweiten bis zu 8 mm in freier Luft und behä

[19]) Von den rd. 22 Mill. Wagen in Amerika sind etwa die Hälfte Fordwagen, die Schwungrad-Magnetzündung haben.

[20]) Für einen Zündapparat FU 4 von Robert Bosch A.-G.
eine Zündspule mit Verteiler der Delco Remy Co., Dayton,
Beriebspannung.

Abb. 30
Grundsätzliche Schaltung des Batteriezünders

a Schalter
b Batterie
c isolierte Elektrode der Kerzen
d Masse-Elektrode
e Kondensator
f Primärwicklung
g Sekundärwicklung
h nachstellbarer Kontaktbrecherhebel
i Kontakt am Unterbrecherhebel
k Unterbrecherhebel
l Verteilerlaufstück
m Verteilerkontakt

Abb. 34 und 35
Vergleich von Batterie- und Magnetzündung

Abb. 31
enansicht eines Zündverteilers

Abb. 32
Schnitt durch einen Zündverteiler
a Verteilscheibe
b Verteilaufstück
c Kondensator
d Selbstversteller
e Verstellhebel
f Verteilwelle

Zu Abb. 33
a Spule mit Kern
b Gehäuse mit Isolierkörper
c Vorschaltwiderstand (vor der Primärwicklung)

Abb. 33
Zündspule (auseinandergenommen)

gweite über den gesamten Drehzahlbereich. Bei der spule, deren Schlagweite bei niedrigen Drehzahlen s höher ist, nimmt dagegen die Funkenlänge schon bei eren Drehzahlen stark ab und sinkt bei höheren Drehn auf äußerst geringe Werte. Eine ausgesprochene legenheit des Zündapparates besteht dort, wo die Kerverschmutzt sind, d. h. wo ein leitender Nebenschluß eigentlichen Funkenstrecke entsteht. Abb. 35 zeigt chaulinie für einen Nebenschluß von 200 000 Ω enthend einer starken Verschmutzung der Kerze. Bei Zündspule sinken hier die Spannungen an der Kerze damit die Funkenlängen sehr stark; für den Übergang Funkens an den Elektroden an Stelle der Entladung den leitenden Nebenschluß ist aber gerade hohe Span; und große Leistung erforderlich[21]).

Der technische Vorzug der Batteriezündung ist kräftige Funke bei niedriger Drehzahl und ihr großer tellbereich, ihre Nachteile sind die geringe Funkenng schon bei mittleren Drehzahlen und die Beschrän; in der Höchstdrehzahl. Ihr wirtschaftlicher eil und damit der Grund für ihre Verbreitung ist rem geringen Anschaffungspreis und in den geringen en der Antriebteile zu suchen. Über die Betriebrheit der beiden Verfahren gehen die Meinungen stark auseinander, aber es ist immerhin auffällig, in England nach anfänglichem Zunehmen der Batzündung jetzt der Magnetzünder das Feld wieder rrscht und daß sich in Frankreich und Italien die riezündung selbst in den billigen Wagen nicht hsetzt.

Bei dem Vergleich zwischen Magnetzündung und Batzündung wird oft ein grundsätzlicher Fehler begangen: Batteriezündung bedarf einer fremden Stromquelle und lemnach genau so zuverlässig oder unzuverlässig diese, d. h. die Batteriezündung darf nur im mmenhang mit der gesamten elektrischen Anlage des ens gewertet werden. Es besteht also ein grundsätzr Unterschied zwischen der Batteriezündung im Zunenhang mit Stromregelung oder mit Spannungsrege. Bei Stromregelung bedarf es einer gebrauchsfähigen rie, um die Stromlieferung überhaupt zu ermöglichen; Zündung ist somit für ihren Betrieb von dem Zustand der Batterie und der Leitungsteile abhängig, d. h. von dem schwächsten Teile der gesamten elektrischen Ausrüstung. Bei der Maschine mit Spannungsreglung besteht dagegen die Möglichkeit der Stromlieferung an die Zündspule vollkommen unabhängig von dem Zustand der Batterie. Es ist also ein Fehler, wenn man die Zündung mit Verteiler und Spule immer als Batteriezündung bezeichnet. Es wäre richtiger, bei einer Anlage mit Stromregelung die Bezeichnung „Batteriezündung" beizubehalten, um die Abhängigkeit von der Batterie zum Ausdruck zu bringen, während bei der Anlage mit Spannungsreglung die Bezeichnung „Dynamozündung" richtiger wäre. Den Nachteil der Abhängigkeit von einer zweiten Stromquelle hat aber selbst die Dynamozündung immer noch gegenüber dem Magnetzünder, und die Fertigstellung des Motors, vollkommen in sich geschlossen und von allen andern Teilen unabhängig, ist selbst bei der Dynamozündung kaum möglich. Es wird eine Frage des Verwendungszwecks des Wagens sein, welche Zündungsart den Vorzug verdient.

[21]) Die Kurven bestätigen die alte Erfahrung, daß es mit einem pparat meist gelingt, verschmutzte Kerzen im Motor sauber zu en, bei Batteriezündung dagegen nicht.

Zusammenfassung

Für die Wahl der Spannung, 6 V oder 12 V, sind die Anlaßverhältnisse ausschlaggebend. Bei kleineren und leicht gelagerten mittleren Motoren reichen 6 V aus, bei größeren Motoren, insbesondere bei hohem Verdichtungsdruck und ungünstigen klimatischen Verhältnissen verdient die 12 V-Anlage den Vorzug.

Die Dynamo mit Spannungsreglung weist gegenüber der mit Stromreglung so wesentliche Vorteile auf, daß sie selbst bei höheren Kosten vorzuziehen ist. Tatsächlich sind die Gesamtkosten der elektrischen Ausrüstung des Wagens bei Spannungsreglung nicht höher als bei Stromreglung. Bei der Wahl zwischen Batterie- oder Dynamozündung und Magnetzündung wird man der Magnetzündung den Vorzug da geben müssen, wo die Zuverlässigkeit des Fahrzeuges und ein höherer Drehzahlbereich des Motors von ausschlaggebender Bedeutung ist. Batterie- oder Dynamozündung ist zu wählen, wenn man in erster Linie auf die Kosten sieht. [B 504]

RUNDSCHAU

Mathematik und Physik

Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Kissingen 1927

Die von etwa 500 Teilnehmern besuchte Tagung war von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für Technische Physik, der Deutschen Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik und der Deutschen Mathematischen Gesellschaft gemeinsam veranstaltet, wobei über 100 Vorträge aus dem Bereich der reinen und angewandten Mathematik und Physik gehalten wurden.

Montag, den 19. September, fand in dem großen Saal des Kurhauses die Eröffnungssitzung statt. Popoff, Sofia, und Fokker, Delft, sprachen im Namen der ausländischen Gäste. Die darauf folgenden Vorträge behandelten vorwiegend das Gebiet der Atomphysik. Nachmittags wurden in der Sitzung „Schwingungstechnik“ der beiden vereinigten physikalischen Gesellschaften Probleme der drahtlosen Wellenphysik behandelt.

Lübcke, Berlin, berichtete über seine Versuche, einen Quecksilberdampf-Lichtbogen in Verstärkerröhren zu verwenden[1]). Die benutzten Röhren, in denen der Lichtbogen die Stelle der Glühkathode vertritt, zeichnen sich durch eine außerordentlich große Verstärkung aus. Durch Anwendung von fünf parallel geschalteten Steuereinsätzen, Gitter und Anode, konnte der Anodenstrom bis über 4 A gesteigert werden. Statz, Berlin, schilderte die Herstellung von Oxydkathoden.

Kohl, Erlangen, berichtete von seinen Versuchen mit sehr kurzen elektrischen Wellen. Er konnte reine Sinusschwingungen von 30 cm Länge ohne Oberwellen dadurch erzeugen, daß er den ganzen Schwingungskreis in die Vakuumröhre mit einschloß. Die benutzten Schwingungskreise hatten ferner die Eigenschaft, daß sie sowohl von dem Gitter wie auch von der Anode aus angeregt werden konnten. Romanoff, Moskau, sprach über die Streuung und Absorption kurzer Wellen von einigen Zentimetern bis 1½ m Länge.

Plendl, Berlin, berichtete über die Anwendung von kurzen Wellen im Verkehr mit Flugzeugen. Die Versuche wurden von Berlin und München aus mit 15 bis 30 m Wellenlänge durchgeführt. Die Versuchsflugzeuge flogen von dem Sender weg und hatten auf der ganzen Flugstrecke bis 800 km ununterbrochen guten Empfang, eine tote Zone konnte niemals beobachtet werden. Eine anfänglich hinderliche Störung durch die von der Zündung der Motoren ausgesandten Wellen ($\lambda = 25$ bis 40 m) konnte ausgeschaltet werden.

Am Dienstag vormittag lautete das Thema der Physikalischen Gesellschaften: „Angewandte Optik“. Weber, Charlottenburg, berichtete über die Ausmessung von Endmaßen in Lichtwellenlängen. Mit den für diese Zwecke besonders geeigneten Linien des Kryptonspektrums wurde nach einem Interferenzverfahren bereits ein Endmaß von 200 mm Länge bestimmt, das dann nach demselben Verfahren mit dem deutschen Urmeter verglichen werden soll[2]).

Glaser, Würzburg, schilderte seine Beobachtungen an metallographischen Schliffen im Mikroskop mit stärkster Vergrößerung. Bei Anwendung von polarisiertem Licht verschwinden die Unterschiede zwischen Martensit, Troostit und ähnlichen Gefügearten. Das verschiedene Aussehen im Mikroskop bei gewöhnlichem Licht soll nur von der Art der Vorbehandlung, Ätzen, Schleifen usw., herrühren. Skaupy, Berlin, betonte, daß zur Verbesserung der Leuchtkraft von Röhrenlicht, z. B. für Lichtreklame, die Röhren mit Kohlensäure, Stickstoff oder Neon gefüllt werden und den Elektroden Natriumazid beigemengt wird.

Am gleichen Vormittag waren die Physiker zu der Fachsitzung der Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik eingeladen. Prager, Darmstadt, erläuterte die Berechnung der Formänderung von Raumfachwerken mittels der Abbildung freier Vektoren durch gebundene. Pöschl, Prag, sprach über die Theorie des Druckversuchs für zylindrische Körper. v. Mises, Berli[n] eine auf allgemein gültigen Ansätzen beruhende Abl[eitung] der Prandtlschen Grenzschichttheorie. Seine Entwi[cklung] führt u. a. zu dem Satz, daß eine Grenzschicht imme[r vor]handen ist, wenn längs einer Stromlinie die Bernou[llische] Gleichung nicht mehr gilt, und vereinfacht die L[ösung] mehrerer wichtiger hydrodynamischer Aufgaben.

Betz, Göttingen, berichtete über seine Versuc[he mit] Propellern. Während das Problem des freitragenden [Pro]pellers einigermaßen gelöst ist, bereitet das Zusa[mmen]wirken von Schraube und Schiff, vor allem das Arbeit[en der] Schraube im Nachstrom, noch sehr große Schwierigk[eiten.] Die Ursache der äußerst lästigen Schiffsschwingung[en bei] Doppelschraubenschiffen ist meistens das Durchschlag[en der] Schraubenflügel durch die an der Schiffswand mitge[führte] Strömung. Durch Zurückversetzen der Schraube könn[en die] Schwingungen oft beseitigt werden.

Große Beachtung fand die Vorführung eines „[hydro]dynamischen Films“ durch Prandtl, Göttingen. [Der] Film gab in überraschend klarer Weise eine augen[fällige] Bestätigung der Prandtlschen Grenzschichttheorie. [Mit] einer auf dem Schleppwagen mitfahrenden Kamera w[urde die] Strömung um verschieden geformte Widerstandkörpe[r auf]genommen, die in einem mit Wasser gefüllten Behält[er ge]schleppt wurden, dessen Oberfläche mit einem feinen [Pulver] bestreut war. Man sah mit voller Deutlichkeit, w[ie der] Ablösung eines Wirbels erst der Stillstand und dan[n das] Rückströmen der Grenzschicht vorausging. U. a. [wurde] auch der Strömungsvorgang an der Flettner-Walze g[ezeigt,] sowie an mehreren Beispielen die Wirkung der Grenzsc[hicht]absaugung. Besonders überraschend wirkte die auf [diese] Weise vollkommen wirbelfrei gemachte Strömung in [einer] rasch sich erweiternden Düse.

Der Nachmittag war der Schwach- und Stark[strom]technik gewidmet. Vogel, Köln-Mülheim, berichtet[e zu]sammenfassend über die neuere Entwicklung der [Hoch]spannungskabeltechnik. Meyer, Köln-Mülheim, s[prach] über neuere magnetische Eisen-Nickel-Legierungen, [die in] der Fernsprechtechnik verwendet werden. Diese Stoffe [haben] eine besonders hohe Anfangspermeabilität und eine [stark] von der üblichen abweichende Form der Hysteresissc[hleife.] Schuchmann, Berlin, behandelte die Anwendung [von] Quecksilberdampfröhren als Schaltorgane, z. B. für [Dreh]zahlregelung. An der Hand oszillographischer Aufna[hmen] zeigte er, daß die benutzten Röhren als masselose [Relais] ausgezeichnete Dienste leisten.

Gyemant, Charlottenburg, verwendet für Fl[üssig]keitswiderstände von 10^4 bis 10^8 Megohm Äthylalkoho[l und] Benzol, denen als Elektrolyt starke organische Säuren, [z. B.] Pikrinsäure, zugesetzt wird. Besonders bemerkenswe[rt ist] bei diesen Widerständen, daß bis zu einer Feldstärk[e von] 34 kV/cm das Ohmsche Gesetz genau erfüllt ist, und [daß] sie einen negativen Temperaturbeiwert haben.

Am Mittwoch fanden geschäftliche Sitzungen statt, [an die] sich ein gemeinsamer Ausflug nach Brückenau ans[chloß.]

Am Donnerstag hielten die beiden physikalische[n Ge]sellschaften gemeinsam mit der Gesellschaft für angew[andte] Mathematik und Mechanik eine Sitzung ab, in der zu[erst] Sachs, Berlin-Dahlem, über Festigkeitseigenschaften [von] Metallkristallen sprach. Er behandelte unter Berück[sich]tigung mehrerer Gleitebenen eingehend den Gleitvorga[ng im] regulären und hexagonalen System und zeigte die d[araus] abgeleiteten Festigkeits- und Verformungskörper. Sm[ekal,] Wien, berichtete über seine Theorie der Realkristalle [und] deren Nachweis durch Sichtbarmachen der Molekula[rvor]gänge in verformten Steinsalzkristallen. Seine Theori[e der] Lockerstellen verspricht u. a. eine wesentliche Förd[erung] der Erforschung des elektrischen Durchschlages. [Frit]tinger und Weinig, Berlin, sprachen über Th[eorie] und Anwendung maschineller Vektorintegratoren, di[e die] zeichnerische Auswertung von Potentialströmungen um gegebene Umrißformen bei großer Zeitersparnis er[mög]lichen. Hort, Charlottenburg, beschrieb die Pr[üfung] technischer Spannungsmesser für Brückenuntersuchu[ngen,] die auf ein Preisausschreiben der Reichsbahn hin einge[reicht] worden waren. Erk, Charlottenburg, berichtete übe[r die] Untersuchung technischer Zähigkeitsmesser (nach E[ngler,] Vogel-Ossag, Lawaczeck, Michell) an der Physikalisch-T[ech]nischen Reichsanstalt. Die Grundlagen für die Vergle[ichs]prüfung bildeten Öle, deren Zähigkeit mit einem Abs[olut]zähigkeitsmesser ermittelt wurde.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1623.

[2]) Die Generalkonferenz der Internationalen Meterkonvention in Paris, die im Oktober tagte, hat für Endmaße Lichtwellen als Längennormale festgesetzt, da mit dem Interferenzverfahren eine wesentlich größere Genauigkeit erzielt werden kann als mit den bisher üblichen Komparatoren. Für Strichmaße wurde jedoch das Meterprototyp beibehalten.

)er Donnerstagnachmittag und Freitagvormittag waren
iegend der Atom- und Elektronenphysik gewidmet.
ag nachmittag sprachen u. a. Gerlach, Grütz-
her und Backhaus, Berlin, über einen selbst-
ibenden Schallmesser und seine Anwendung in der
zerlegung.
Ein auffallender Eindruck der Tagung war, daß die
etische Physik stark in den Hintergrund trat, wozu
icht der Umstand beitrug, daß viele Physiker an der
-Feier in Italien teilnahmen. Ferner stammte ein be-
enswert großer Teil der technisch-physikalischen Mit-
ngen aus den Forschungsstätten verschiedener großer
triewerke. [N 963]
(arlottenburg S. Erk

Werkzeugmaschinen

Schnellaufende Bohrmaschine

Mit der zunehmenden Verwendung von Leichtmetall im
hinenbau steigt das Bedürfnis nach Maschinen, die die
ür wirtschaftlichen Bearbeitungsgeschwindigkeiten auf-
n. Dieses Bedürfnis besteht besonders bei Bohr-
hinen für kleine Lochdurchmesser (d. h. für Löcher
twa 5 mm), bei denen nur durch hohe Bohrerdrehzahlen
ittgeschwindigkeiten erreicht werden können, die den
Drehen, Fräsen usw. gebräuchlichen Werten nahekom-
Bisher lag die bei den kleinen Bohrmaschinen meist
uchliche höchste Drehzahl bei etwa 2000 bis
Uml./min. Für das Bohren von Aluminium, Messing,
er, auch Holz und ähnlichen Stoffen ergeben diese Dreh-
n zu geringe Schnittgeschwindigkeiten. In den letzten
en ist man aus diesem Grunde dazu übergegangen, die
zahlen zu steigern, soweit es die Betriebsicherheit der
hinen zuließ. Abb. 1 zeigt eine schnellaufende Bohr-
hine von Ludw. Loewe & Co., A.-G., für das Bohren
Löchern bis 5 mm Dmr. in Leichtmetall.
Die wichtigsten Teile einer schnellaufenden Bohr-
hine sind die Bohrspindel und ihre Lager. Die Bohr-
lel ist bei dieser Maschine außergewöhnlich kurz; hier-
n sollen Formveränderungen verhindert werden, die
ge elastischen Nachgebens, Stöße, unachtsamer Be-
ng usw. entstehen und unruhigen Lauf zur Folge
n können. Die Unterbringung einer kurzen Spindel ist
rch erreicht worden, daß an Stelle des bisher gebräuch-
n, vom Antrieb unabhängigen verschiebbaren Bohr-
s bei der neuen Maschine der ganze Bohrkopf mit der
spindel, dem Bohrspindelträger, dem Antrieb, dem
r und dem Vorschubgetriebe eine geschlossene Einheit
t. Dieser Bohrkopf kann zum Ausgleich der Höhen-
schiede der Werkstücke senkrecht verstellt werden. We-
ich ist, daß die Bohrspindel in ihrer ganzen Länge ge-
t wird, gleichviel, ob sie sich in der höchsten oder in der
ten Stellung befindet. Der Kopf der Maschine ist durch
die Antriebscheibe verdeckende Kappe geschlossen. Die
del läuft in mehreren in der Bohrhülse untergebrach-
Sonderkugellagern. Außerdem wird sie in der für
Antrieb erforderlichen Stufenscheibe genau geführt, von
mitgenommen und von ihren beiden Kugellagern mit ge-
n. Die Bohrspindel hat drei verschiedene Drehzahlen,
, 9700 und 12 000 Uml./min, die durch Auflegen des
ens auf die zugehörige Stufe der Stufenscheiben ein-

Zahlentafel 1

nenlage	Umdrehungen der Bohrspindel in 1 min	Umlaufgeschwindigkeit in m/min bei Bohrer-Dmr.				
		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm
I	8 000	25	50	75	100	125
II	9 700	30	60	90	120	150
III	12 000	38	75	115	150	190

Abb. 2 und 3
Anschlageinrichtung für die Einstellung der Bohrtiefe

a Einstellbarer Ring mit Schlitz
b Schnapper
c Gefühlshebel
d Stellschraube

a Tisch
b Motor
c Fuß mit Schalter
d Steckkontakt
e Säule mit Zahnstange
f Gefühlshebel für den Vorschub
g Schutzkasten für den Stufenscheiben-Antrieb
h Bohrfutter
i Klemmschraube für die wagerechte Verschiebung des Motors zum Riemenspannen
k Klemmvorrichtung für die senkrechte Verstellung des ganzen Kopfes

Abb. 1
Schnellaufende Bohrmaschine

gestellt werden können. Hieraus ergeben sich die in der Zahlentafel 1 angegebenen Umfangsgeschwindigkeiten bei den verschiedenen Bohrerdurchmessern.

Zur Aufnahme eines Futters ist das Spindelende mit einem Morsekegel Nr. 1 versehen. Außerdem befindet sich an ihm zum Halten der Spindel beim Bohrerwechsel ein durchbohrter Bund, in den ein Haltestift gesteckt werden soll. Für das Abdrücken des Bohrfutters vom Aufnahmekegel ist eine Abdrückmutter vorgesehen, Abb. 1. Das Futter hat 5 mm größten Spanndurchmesser. Die Ausladung der Maschine von Mitte Bohrspindel bis Mitte Säule beträgt 110 mm. Die Antriebscheibe zur Mitnahme der Bohrspindel besteht aus Leichtmetall und ist zur Vermeidung des Schlagens und unruhigen Laufens der Maschine sorgfältig ausgewuchtet. Die Scheibe ist so ausgebildet, daß zum Antrieb flache dünne Gurte verwendet werden, damit bei den hohen Geschwindigkeiten geringe Fliehkräfte auftreten und die Lager wenig beansprucht werden. Gekreuzte oder mehrfach über Leitrollen geführte Gurte haben sich für Getriebe mit hohen Drehzahlen nicht als vorteilhaft erwiesen. Als Bänder für den Antrieb benutzt man Seidenbänder, Darmbänder, endlos gewebte Riemen und z. T. auch dünne Gummibänder.

Zum Antrieb dient ein Elektromotor mit senkrechter Welle an der Rückseite der Maschine. Diese Lage des Motors hinter der Bohrspindel schafft die Möglichkeit, Stufenscheiben für mehrere Geschwindigkeiten unterzubringen. Der Motor ist an einem U-förmigen Schieber mit beiden Führungen wagerecht verschiebbar, damit man den Riemen nachspannen kann. Der Riementrieb ist mit einem Schutzkasten aus gelochtem Blech umgeben, der nach Entfernung weniger Kordelmuttern rasch abgenommen werden kann.

Der Bohrkopf wird von einer Zahnstange an einer runden Säule getragen, auf der er mit leichter Spannung gleitet. Er ist durch ein Handrad an der linken Seite der Maschine senkrecht um 100 mm verschiebbar und kann durch eine Klemmvorrichtung festgestellt werden. Der größte Abstand von Oberkante Tisch bis Unterkante Bohrfutter beträgt 150 mm. Für den Vorschub dient ein Gefühlshebel mit Zahnrad und Zahnstange auf der rechten Seite der Maschine. Das Gewicht der Bohrspindel und der Bohrhülse wird durch eine einstellbare Blattfeder in einem geschlossenen Gehäuse ausgeglichen. Für die Einstellung der Bohrtiefe ist eine neue Anschlageinrichtung vorgesehen, Abb. 2 u. 3. Auf dem Bolzen des Vorschubritzels ist ein Ring *a* mit einer Einkerbung angebracht, deren Umfang dem größten Vorschub der Bohrspindel entspricht. An dem Bohrkopf befindet sich ein Schnapper *b*, der in den Schlitz einfällt, sobald er davor steht. Hierdurch ist die weitere Bewegung des Gefühlshebels *c* behindert und die Tiefenzustellung begrenzt. Der Ring läßt sich mittels einer gekordelten Schraube *d* für die gewünschte Bohrtiefe auf dem Bolzen feststellen.

Für die Schmierung der Lager sind kleine selbstschließende Öler vorgesehen. Für die Kugellager, die man

nur selten zu schmieren braucht, sind diese Einfüllöffnungen vollkommen ausreichend.

Da meist Drehstrom zur Verfügung steht, wird der Antriebmotor als Kurzschlußläufer ausgeführt; seine Drehzahl liegt bei 2800 bis 3000 Uml./min.

Zum Ein- und Ausschalten dient ein rechts am Fuß der Maschine eingelassener dreipoliger Schalter; auf der Rückseite befindet sich ein Stecker. Vom Schalter zum Motor wird der Strom durch ein Gummikabel geleitet.

Der Ständer der Bohrmaschine ist in einer T-Nute in der Längsrichtung des Tisches verschiebbar, damit man auch größere Stücke, bei denen die Löcher sich seitlich befinden, gut auf den Tisch auflegen kann. Außerdem kann man bei großen Tischen mehrere Bohrmaschinenoberteile nebeneinander verwenden und ihre Abstände beliebig einstellen. Alle Tische sind mit einer großen Kühlwasserrinne versehen; der Kühlwasserablauf befindet sich an der linken Seite des Tisches. [M 827]

Berlin-Charlottenburg B. Schmidt

Elektrotechnik

Elektrische Maschinen aus geschweißtem Walzeisen

Die AEG hat bereits eine große Anzahl von bisher aus Gußeisen oder Stahlguß ausgeführten Teilen elektrischer Maschinen aus gewalztem Flußstahl (Blechen, Flacheisen. Stangen und Formstäben) hergestellt[1]). Die Bestrebungen, das Gewicht des mechanischen Teiles elektrischer Maschinen durch grundsätzliche Änderung der üblichen Bauart zu verringern, sind an sich nicht neu. So versuchte O. Lasche vor mehr als 25 Jahren durch Versteifung der Gehäuse von Drehstrommaschinen mittels Spannstangen (Spannwerkkonstruktion) das Gehäusegewicht zu verringern; ferner veröffentlichte er den Entwurf eines nach Art eines Fahrrades hergestellten Polrades, bei dem die aus gezogenen Stangen bestehenden Speichen unmittelbar an dem aus einzelnen Blechen zusammengesetzten Jochringkörper angriffen[2]). Auch durch die Patentschriften DRP Nr. 137 565 und 140 509 aus den Jahren 1902/1903 sind bereits Gehäusekonstruktionen aus Flußeisen bekanntgeworden, bei denen der Gehäusekörper durch Vernietung gewalzter Teile hergestellt wurde. Diese Konstruktionen wurden jedoch wieder aufgegeben, bis in neuerer Zeit die Verwendung des Schweißverfahrens mittels elektrischen Lichtbogens die Möglichkeit gab, Maschinenteile, die bisher aus Gußeisen oder Stahlguß hergestellt wurden, durch solche aus gewalztem Flußstahl wirtschaftlich zu ersetzen.

Abb. 4 zeigt einen Drehstrommotor von 1250 PS bei 600 Uml./min, bei dem das Gehäuse, die Schutzkappen mit den Anschlußstutzen für die Luftführung und die Grundplatte, also Teile, die bisher nur in Gußeisen ausgeführt wurden, aus Walzeisen hergestellt sind. Das Gehäuse ist zweiteilig, die Füße sind an die untere Gehäusehälfte angeschraubt, damit man sie bei Ausbesserungsarbeiten am unteren Teil der Wicklung entfernen und das Gehäuse aus der Grube herausdrehen kann.

In Abb. 5 ist ein Drehstromerzeuger für 1800 kVA mit senkrechter Welle dargestellt, der von einer Wasserturbine mit 214 Uml./min angetrieben wird. Das Gehäuse, das obere und untere Armkreuz sowie die Sohlplatten sind aus Flußstahl hergestellt.

[1]) Vergl. hierzu auch Z. Bd. 71 (1927) S. 1073.
[2]) Z. Bd. 45 (1901) S. 1020.

Abb. 4
Drehstrommotor, 1250 PS, 600 Uml./min,
Gehäuse, Schutzkappen und Grundplatte aus Walzeisen

Abb. 5
Drehstromerzeuger mit senkrechter Welle,
1800 kVA, 214 Uml./min, Gehäuse, oberes und unteres,
Armkreuz und Sohlplatte aus Flußstahl

Abb. 6
Läuferkörper aus Walzeisen für einen Drehstrommotor von rd. 1400 PS bei 250 Uml./min

Die Festigkeit der Schweißnähte gestattet, auch laufende Teile aus Walzeisen herzustellen. Abb. 6 zei[gt] Ausführung eines Läuferkörpers für einen Drehs[trom]motor von rd. 1400 PS bei 250 Uml./min[3]). Der Läuferk[örper] besteht aus zwei durch Querrippen versteiften Sche[iben], die mit der schmiedeisernen Nabe verschweißt sind. [Am] Umfang sind genutete Quereisen angeschweißt, die zu[r Be]festigung des aus einzelnen Blechen zusammengese[tzten] Kranzes dienen. Auch hier sind die Ersparnisse an Ge[wicht] und Herstellkosten gegenüber der gegossenen Au[sfüh]rung erheblich. [M 807]

Berlin Lewinn[illegible]

[3]) DRGM Nr. 989 153.

Berichtigung

Fortschritte im Bau von Gleiswieg[e]vorrichtungen

Zu dem Aufsatz in Z. Nr. 29 S. 1019 teilt uns Dr. Raudnitz, Darmstadt, mit: Die auf S. 1021 in Fußnote 2) erwähnte Patentanmeldung bestand bei D[ruck]legung des Aufsatzes nicht mehr, an ihre Stelle war Schutz durch DRGM getreten. [N 10[illegible]

Gesundheitsingenieurwesen

; bsttätige Feuerlöscheinrichtungen

ıbgeschlossene Räume, Abb. 7, deren Inhalt durch i ge Löschstoffe zerstört werden könnte, reichert man t O_2-Gas an. Auf die Prüfwaage *a* für das Kohlensäure- vht sind die Gasflaschen *b* aufgesetzt. Ein Metall- ıch *c* speist dauernd die Anregerleitung *d*, die in ılzstopfen *e* endigt. Sobald ein solcher infolge Tempe- ırhöhung ausfällt, öffnet eine Membran *f* die eigent- Löschleitung *g*. Das Gas tritt an den Verteilerdüsen *h* s Gleichzeitig setzt ein Membrankontakt *i* eine Alarm- e in Tätigkeit.

)ie Anordnung des selbsttätigen Stromerzeuger-Brand- ızes ist die gleiche. Nach Abb. 8 löst die Schutzeinrich- ein Differential- oder Erdschlußrelais *h* aus. Durch ıung des Magneten *e* wird das Pendelgewicht *g* ent- t und öffnet beim Sinken das Löschventil *c*.

3ei einer andern Bauart ist der Stromerzeuger in der rzone mit auf 100 °C abgestimmten Ruhestrom-Schmelz- ıen ausgerüstet. Sobald diese durchschmelzen, steuert Elektromagnet durch Seilzüge die Ventile der CO_2- ıhen und schließt die den schädlichen Luftraum be- enden Branddrehklappen. Um das geruchlose CO_2-Gas ıch empfindbar zu machen, wird Äther zugesetzt.

'ür nicht gasdichte Räume ist Wassersprinkler-Feuer- z vorteilhaft. Eine solche Anlage erfordert bis 10 vH Gesamtbaukosten, wodurch die Verbreitung behindert Bei Gegenständen, die nur zum Teil Sprinklerschutz ı, müssen die geschützten und ungeschützten Teile nach ıgen Vorschriften getrennt werden.

)ie Feuergefährlichkeit des Betriebes bestimmt die ıenweite des Brausennetzes. Die Wassersprüher ın an der Decke hängend oder stehend verteilt werden. kann sie zwischen enggereihten, hohen Maschinen, wie ınstühlen, einbauen. Die Schmelztemperatur des Ver- ßlotes liegt gewöhnlich 50 °C über der normalen ıtemperatur.

n 85 vH aller Brandfälle sprechen nicht mehr als zehn ısen an. Die Anlage braucht neben 20 bis 40 m³ Be- haftswasser in Hochbehältern oder Druckluftkesseln unerschöpfliche Dauerwasserlieferung aus Maschinen- ıen oder öffentlicher Wasserleitung. In nicht frostfreien ıen füllt man das Rohrnetz mit Druckluft. Diese ent- im Bedarfsfalle für je 500 Brausen der Schnell- fter, Abb. 9, durch ein Membranventil. Die Membran *a* t die Luftsäulen des Rohrnetzes *b* und des Wind- ls *c*. Spricht eine Brause an, so schwingt die Mem- zufolge der Druckunterschiede nach oben aus und hebt Lüfterventil *d*. Dadurch entweicht die Fülluft rasch das Rohr *e*. Sobald Wasser nachschießt, wird die immerventilkugel *f* gehoben und verlegt das Aus- ıhr.

'ür Brennstoffbehälter kommen auch CO_2-Schnee-Lösch- ıhtungen in Frage. Zum Auslösen kann u. a. eine ılzdraht-Reißleine dienen. Ferner läßt sich im obe- nneren Behälterboden eine mit Tetrachlor-Kohlenstoff te Glasbombe den Flammen zum Bersten aussetzen. 3ei selbsttätigem Schaumschutz zieht man zur Dauer- ımlieferung einen Schaumerzeuger nach Abb. 10 vor. r kann bis zu 5 m³/min Schaum von regelbarer Dichte

Abb. 8
Kohlensäuregas-Feuerlöschanlage für Stromerzeuger

a CO_2-Stahlflaschen
b Waage
c Löschventil
d Hochdruckschlauch
e Magnet
f Gleichstromnetz
g Pendelgewicht
h Erdschlußrelais
i Anzapfleitung
k Membrankontakt
l Batterie
m Alarmklingel
n Löschleitung
o Gabelstück
p Verteilerdüse
q Fernsteuerknopf

Abb. 9
Schnellentlüfter einer Wassersprinkler-Feuerlöschanlage für nicht frostfreie Räume

a Membran
b Rohrnetz
c Windkessel
d Lüfterventil
e Auslaßrohr für Luft
f Schwimmerventilkugel
g Kontrollmanometer
h Hauptventil
i Entwässerungshähne

Abb. 10
Schaumerzeuger

a Einschüttöffnung
b Sieb
c Reglergetriebe
d Reglerglocke
e Reglerhahn
f Ausziehrohr
g Spülwasserzuführung
h Brausenringleitung
i Strahlkopf
k Mischraum
l Betriebwasseranschluß
m Rückschlagklappen
n Schaumleitungsanschlüsse
o Entwässerungshahn

Abb. 9 und 10
Selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen

a Prüfwaage für das Kohlensäuregewicht
b Gasflaschen
c Metallschlauch
d Anregerleitung
e Schmelzstopfen
f Membran
g Löschleitung
h Verteilerdüsen
i Membrankontakt
k Druckkontrollmanometer
l Hauptventil

Abb. 7. Kohlensäuregas-Feuerlöschanlage

Abb. 11
Tetra-Sprinkler

a Vergaser
b Düse
c Ventilkopf
d Zelluloidstreifen
e Schmelzglied
f Düsenventil
g Kontrollmanometer
h Druckluft-Tetrakessel

Abb. 12
Löschpulverpistole

a Löschpulverglocke
b Zündfühler
c Verschlußglasscheibe
d Sprengkörpereinsatz
e Überwurfmutter
f Vergaser
g Zylinderblock des Motors

liefern. Das in Blechbüchsen aufbewahrte Schaum wird durch die Einschüttöffnung *a* in den Behälter g Es fällt durch das Sieb *b* je nach Einstellung der glocke *d* über den Strahlkopf *i*. Hier spült es Wass der Brausenringleitung *h* in den Mischraum *k*. Diesen durch den Betriebswasseranschluß *l* über den Reglerh und einen Rohrkrümmer das Wasser zugeleitet. Der S tritt aus den Rückschlagklappen *m* durch die Sc leitungsanschlüsse *n* aus.

Die Vergaser raschlaufender Verbrennungskraftm nen schützt man durch Tetra-Sprinkler, Abb. 11. Dabe die Flamme einen Zelluloidstreifen *d* in Brand, de Schmelzglied *e* löst. Hierdurch wird die Düse mit Tetra-Druckluftkessel verbunden.

Nach Abb. 12 schleudert ein Sprengkörper eine pulverwolke über den brennenden Vergaser. Die Zü vermittelt der Zündfühler *b* über ein Zündrohr. Neuer rüstet man auch Handfeuerlöscher mit Sprinklerverschl aus. [M 630]

München J. Bra

Kleine Mitteilungen

Dieselelektrische Eisenbahn-Triebwagen

Die kanadischen Bahnen haben mit Diesel-Triebwagen mit elektrischer Kraftübertragung so gute Erfahrungen gemacht, daß sie fünf weitere Triebwagen von je 300 PS Leistung in Betrieb genommen haben, die wie die früheren mit Dieselmotoren von Beardmore & Co. und mit elektrischer Einrichtung von Westinghouse versehen sind. Mehrere von den Triebwagen haben im Jahre 1926 über 160 000 km zurückgelegt, ohne daß eine vollständige Überholung notwendig geworden wäre. Die vorhandenen 9 Triebwagen sind im Mittel während des Betriebjahres täglich 375 km gefahren und haben für je 100 km rd. 68 l Brennstoff und 3,7 l Schmieröl verbraucht. Die Kosten an Betriebstoffen haben 0,136 ℳ/km, die gesamten Betriebskosten 0,76 ℳ/km betragen. („Railway Age“ 24. September 1927 Teil 1 S. 578) [N 1022 a] H.

Hundertjahrfeier

Aus Anlaß des hundertjährigen Bestehens der Baltimore- und Ohio-Bahn fand vom 24. September bis 12. Oktober 1927 in Halethorp, Md., U. S. A., eine Ausstellung unter dem Namen „Die Schau des eisernen Pferdes“ statt. Sie beschränkte sich aber keineswegs auf die geschichtlichen Lokomotiven der Baltimore- und Ohio-Bahn, sondern gab ein allgemeines Bild aus der Lokomotivgeschichte der Vereinigten Staaten. Die Schau gliederte sich in zwei Abteilungen: die Ausstellung und die „Parade“. In der Ausstellung wurde ein allgemeiner Überblick über den Stand des Eisenbahn- und Verkehrswesens gegeben; die Parade aber bestand in einem historischen Festzug, der jeden Nachmittag um 2 Uhr an den Besuchern vorüberfuhr und neben den eigentlichen technischen Schaustücken noch Gruppen zeigte, die mit der Geschichte des Eisenbahn- und Verkehrswesens in irgendeinem Zusammenhang standen. („Railway Age“ 24. September 1927 S. 555*) [N 1022 b] Krs.

Kraftwasserstollen von 25,6 km Länge

Durch den höchsten Berg Großbritanniens, Ben Nevis, wird gegenwärtig ein 25,6 km langer unterirdischer Kanal gebohrt, der zur Versorgung einer Wasserkraftanlage dient und 4,8 m l. Dmr. hat. Um den Bau möglichst zu fördern, hat man bisher von der Seite her zwölf Zugangsstollen vorgetrieben. Sobald die Stollen die Linie der Kanalführung erreicht haben, wird nach vor- und rückwärts der Hauptstollen ausgebohrt, so daß an 24 Stellen zugleich die Ausschachtung des Stollens beginnen kann. Am Eingang jedes der zwölf Zugangsstollen saugt ein elektrisch angetriebener Lüfter die schlechte Luft in besonderen Rohrleitungen ab, während die Außenluft ständig nachströmt. Insgesamt werden 8200 m³ Luft in 1 h abgesogen. („Engineering News Record“ 17. November 1927 S. 795.) [N 1022 c] Sd.

Betriebserfahrungen mit Kesselspeisewasser bei Höchstdruckanlagen

In einem Vortrag in der Sitzung des Instituts of Fuels in London machte einer der Direktoren des Lakeside-Kraftwerks in Milwaukee, J. Anderson, sehr beachtenswerte Mitteilungen über die bisherigen Betriebserfahrungen mit der neuen Höchstdruck-Dampfanlage von 92 at, die sich seit fast einem Jahr mit voller Leistung (rd. 50 kg/m²h Kesselbelastung) im Betriebe befindet[1]. Die Wirtschaftlichkeit des ganzen Kraftwerkes hat sich in dieser Zeit infolge der viel besseren Brennstoffausnutzung der Höchstdruckanlage um 4 vH verbessert.

[1] Z. Bd. 70 (1926) S. 869.

Allerdings traten in den ersten Monaten nach Inbe nahme zahlreiche Schwierigkeiten auf, und zwar fas schließlich durch das Speisewasser. In der ersten Ze dete sich sehr viel Kesselstein in den Wasserrohren unzulässige Beanspruchungen einzelner Kesselteile i hoher Überhitzung zur Folge hatte. Als Ursache der K steinbildung wurden Undichtheiten im Kondensator f stellt, durch die 2 vH Rohwasser in den Wasserkreisla langten. Nach Beseitigung dieser Störungen stellte m verschiedenen Stellen der Kesselbleche Anfressungen die offenbar vom Sauerstoffgehalt herrührten. Das W wurde nunmehr entgast, worauf man keine Anfressu mehr bemerkte. („The Engineer“ 25. November 1927 S [N 1022 c]

Hochdruckdampf auf Schiffen

Nach den ersten Versuchen mit Hochdruckdamp dem englischen Dampfer „King George V“, deren E nisse recht günstig waren[2]), hat nun auch eine hollän Reederei, die Nederlandsche Stromvaart Maatschappi dem Dampfer „Borneo“ versuchsweise in die Dreifac pansionsmaschine für 12 at neue Hochdruckzylinder e baut und die veralteten Kessel durch Armstrong-Hawt Wasserrohrkessel ersetzt. Der Dampf wird mit rd. 35 zeugt und auf 400° erhitzt; die Verbrennungsluft wi Lufterhitzern auf 140 bis 160° vorgewärmt, wobei di gase auf 240° abgekühlt werden.

Die bisherigen Betriebsergebnisse sind sehr gü bei 6350 kcal/kg oberem Heizwert der Kohle erzielte bei einem Betriebsversuch 0,52 kg/kWh Kohlenverbr während unter gleichen Verhältnissen bei normalen Dr der Kohlenverbrauch im Mittel 0,67 kg/kWh beträgt. gineering“ 25. November 1927 S. 686.) [N 1022 e]

[2] Z. Bd. 70 (1926) S. 1143 und Bd. 71 (1927) S. 410.

Der neue Schleppdampfer „Österrei

Der neue Dampfer „Oesterreich“, der am 19. N ber in Dienst gestellt wurde, ist der stärkste Schleppda auf der Donau. Er ist 71,80 m lang, 9 m breit im H spant, 21,41 m über den Radkasten und hat eine Masch anlage mit 2500 PS Höchstleistung. Vier Kessel von i samt 640 m² Heizfläche, mit Überhitzern von zusa 200 m² Überhitzer-Heizfläche, mit Saugzuganlagen un den von den eigenen Werften besonders ausgebildeten anlagen ausgerüstet, liefern bei Verwendung der au Kohlengruben der Schiffahrtsgesellschaft stammenden kirchner Kohle den Betriebsdampf. Auf dem Rost k unter Benutzung von Saugzug 150 kg/m²h Kohlen verb werden.

Die Zweizylinder-Kolbenmaschine gibt bei Vor- Rückwärtsfahrt Leistungen zwischen 1800 bis 2500 PS Alle Ausrüstungs-Hilfsmaschinen, wie: Rudermas Ankerwinde, Schleppseil-Einholwinden, Lenz- und F löschpumpe werden mit Dampf betrieben, ein Bergungs tor von 150 m³/h Leistung ermöglicht bei Beschädigu das rasche Auspumpen der Leckräume. Durch acht S ten ist der Dampfer in neun wasserdichte Abteilu unterteilt.

Trotz seiner hohen Maschinenleistung hat der Da nur einen Tiefgang von 1,35 m, wobei er sämtliche D strecken befahren kann. Er vermag zwei Lastkähne 1200 t Ladung durch den Kanal im Eisernen To schleppen. [N 1022] G

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

ische Widerstandschweißung und -erwärmung. Von J. Neumann. Berlin 1927, Julius Springer. 193 S. 250 Abb. Preis 17,50 *M*.

ie elektrische Widerstandschweißung ist im Schrift- abgesehen von Fachzeitschriften und von bemerkens- n Katalogen der Geräteindustrie, zumeist nur ge- lich der Darstellung der elektrischen Lichtbogen- ißung behandelt worden. Es war sicherlich eine dank- Aufgabe, für das Gebiet der Schweißtechnik, das sich em vollkommensten aller Schweißverfahren aufbaut, ehrbuch zu schaffen. Der Verfasser hat seinen Stoff nzen zweckmäßig gegliedert und fachkundig behandelt. Hauptabschnitte betreffen Begriffe und Bezeichnungen, züge der Elektrotechnik und der Erwärmungstechnik, ißbarkeit der Werkstoffe, die metallurgischen Vor- beim Schweißen, die Gütewerte geschweißter Ver- ngen und ihre Prüfung, die Bauart und Betriebsweise Transformatoren, die Schweißmaschinen für Stumpf-, - und Nahtschweißen und das Gerät für Erwärmungs- e mit Beispielen der industriellen Anwendung.

ei der Abfassung des Buches hat der Verfasser es für mäßig angesehen, verschiedene Abschnitte, wie die Festigkeitsprüfungen, Emaillierung geschweißter Roh- Elektrotrennmaschinen aus Veröffentlichungen zu ehmen. Die Darstellung verliert hierdurch an ein- chem Gesamteindruck. Die Wiederholung der Begriffe Bezeichnungen der Schweißtechnik im Abschnitt VI sich vermeiden lassen. Ein Teil der Tabellen zur emessung und die hüttenmännischen Ausführungen Roheisen sind für die Behandlung der Widerstand- ißung entbehrlich. An andern Stellen wäre eingehendere anschaulichere Darstellung erwünscht. Zu den Ab- tten Schweißmaschinen wird die eine oder andre Er- in den Wunsch haben, an Stelle einer älteren Bauart eueste aufgenommen zu sehen. Die Abschnitte über die chaftlichkeit der Widerstandschweißungen, die von be- rer Bedeutung für den Praktiker sind, werden um so re Beachtung finden, wenn hier auch die außerordent- hohe Arbeitsgeschwindigkeit und damit die Leistungs- keit der elektrischen Widerstandschweißung im Ver- zu andern Verfahren gebührend beleuchtet wird. Auch igenart der rein maschinellen Fertigung, die gestattet, Stufen des Herstellungsganges, als Vorbereitungsarbeit, equelle, Schweißtemperatur und Schweißdruck, Nach- dlung genau zu beherrschen und damit Ausschußarbeit rhindern, wird als bedeutsames wirtschaftliches Moment und mehr gewertet werden, je mehr eine auf Unter- der Praxis gestützte Darstellung diese betrieblichen ige hervorhebt.

Anregungen und Wünsche der vorgebrachten Art können Herausgabe einer weiteren Auflage wohl leicht ver- tet werden. Für die Verbreitung des Buches wäre es ich, wenn der Verlag seinen ungewöhnlich hohen Preis lich herabsetzen würde. [E 889] Füchsel

ihrung in die theoretische Aerodynamik. Von C. Eber- rdt. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 138 S. 118 Abb. Preis 9,50 *M*.

Der Verfasser kommt mit seiner Einführung einem viel- geäußerten Wunsch der Luftfahrtstudierenden nach, die verstreuten Arbeiten, die die Grundlage der Aerodyna- des Flugzeuges bilden, verständlich zusammenzufassen. Flugzeugingenieur muß mit den Zusammenhängen der etischen Aerodynamik vertraut sein, um zielsicher seine zeuge entwerfen zu können. Das Eberhardtsche Buch ihm eine gute Unterlage hierzu, da es dem Verfasser gen ist, das Buch auch mathematisch einfach zu halten. Ausgehend von der klassischen Hydrodynamik wendet der Verfasser den neueren Betrachtungen zu, die den zeugauftrieb und -widerstand theoretisch erklären. Die eichen Abbildungen, die Text und Rechnungen erläu- tragen zum Verständnis bei. Das vorliegende Buch kann Ingenieuren der Praxis und den Studierenden bestens ohlen werden. [E 910] Hoff

Bauingenieur in der Praxis. Von Theodor Janssen. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 494 S. Preis .50 *M*.

Dem Buche „Technische Wirtschaftslehre" des um die ihrung der Betriebwirtschaftslehre in das Studium der nieurbauwissenschaften sehr verdienten Verfassers ist ehr die vorliegende zweite Auflage des im Jahre 1913 rster Auflage herausgegebenen Werkes „Der Bauinge- nieur in der Praxis" gefolgt. Es wird von allen Fachge- nossen, denen die wirtschaftliche Ausbildung der jungen Bauingenieure am Herzen liegt, gewiß ebenso freudig be- grüßt werden wie das erstgenannte Buch. Die wesentliche Erweiterung des Inhaltes der neuen Auflage ist besonders den Kapiteln über die Wirtschafts- und Sozialpolitik sowie über die Kostenberechnungen und Bauausführung, die den seit 1913 erheblich veränderten Verhältnissen anzupassen waren, zugute gekommen. Sie bilden den zweiten, dritten und vierten Teil des Buches, während der erste Teil das Gebiet „Wirtschaftslehre" umfaßt, die mit Rücksicht auf die ausführliche Sonderbehandlung in dem Buche „Technische Wirtschaftslehre" entsprechend knapp gefaßt ist.

Zur Einführung in die Praxis sind die Ausführungen über Kostenberechnungen, insbesondere die Selbstkostenbe- rechnung, besonders geeignet. Das Kapitel „Veranschla- gung" wird in willkommener Weise durch das Beispiel der Veranschlagung einer Nebenbahn ergänzt. Auch das Bei- spiel der Preisberechnung einer Eisenbeton-Bogenbrücke kleinerer Spannweite, das den Abschnitt Bauausführung ab- schließt, bietet eine lehrreiche Einführung in das Verfahren und den Gang von Preisberechnungen. In einem Anhang finden sich eine Reihe von Verordnungen, Bestimmungen, Verträge, z. B. arbeitsrechtlicher Art, die Anlagen zu den sehr lesenswerten Kapiteln des Teiles „Soziallehre" bilden. Das Buch wird nicht nur den im Vorwort ausgesprochenen Zweck, dem jungen Bauingenieur den Eintritt in die Praxis zu erleichtern, vollauf erfüllen, sondern kann auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur eine Bereicherung seiner Kenntnisse bringen. [E 930] Bu.

Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. Von Luigi Santarella. 2. Aufl. Milano 1927, Ulrico Hoepli. 687 S. m. 522 Abb. Preis 75 Lire.

Der Eisenbetonbau spielt in Italien eine besonders wich- tige Rolle, da dieses Land bekanntlich kein Eisen besitzt. Gleich nach dem Kriege begann hier ein mächtiger Auf- schwung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues, und der Wunsch nach einem entsprechenden Handbuch wurde immer fühlbarer. Das Buch von Prof. Santarella, das 1925 er- schien, wurde daher lebhaft begrüßt, und daß es seinem Zwecke vollständig entsprach, beweist der Umstand, daß nach anderthalb Jahren bereits die zweite Auflage erschei- nen konnte.

Das Buch ist in drei Teile eingeteilt. Der erste Teil behandelt die Eigenschaften der Baustoffe und die Herstel- lung des Betons. Der zweite Hauptteil beschäftigt sich mit der Statik des Eisenbetons. Diese beiden Teile bilden die Übersetzung der beiden Hälften der 5. Auflage des „Eisen- betonbaues" von Mörsch. Die Übersetzung ist von dem Ori- ginal etwas abweichend, es sind vor allem die Versuche weggelassen worden, und die Bemessungstafeln sind umge- rechnet, entsprechend den italienischen Eisenbetonvorschrif- ten ($n = 10$).

Der dritte Teil beschäftigt sich mit einigen Eisenbeton- konstruktionen, mit den Hauptkonstruktionselementen und mit ihrer statischen Berechnung. Behandelt werden die Gründungen, Decken, die Berechnung der Platten, die Hoch- bauten mit besonderer Berücksichtigung der erdbebensiche- ren Bauten und schließlich die Dachkonstruktionen. Auch dieser dritte Teil steht stark unter dem Einfluß des ein- schlägigen deutschen Schrifttums; das ist aber durchaus selbstverständlich, wenn man bedenkt, daß die Theorie (einschl. der Versuche) des Eisenbetons bis zur letzten Zeit fast ausschließlich deutsche Arbeit war und daß in keinem Lande das Schrifttum über Eisenbeton so hoch entwickelt ist wie bei uns.

Das Buch wird bei den italienischen Eisenbetonkon- strukteuren ebenso unentbehrlich sein wie das ihm zu Grunde liegende Werk bei uns. [E 911] Dr. Kelen.

Manual of the endurance of metals under repeated stress. By H. F. Moore. New York City 1927, Engineering Foun- dation. Engineering Societies Building. 63 S.

Die Engineering Foundation hat dies kleine Buch her- ausgegeben, das die große Menge der Konstruktionsinge- nieure, Betriebsingenieure und Versuchsingenieure mit den Grundlagen unserer Kenntnisse von der Schwingungsfestig- keit der Werkstoffe bekannt machen soll. Die Herausgabe zeigt, welch großen Wert die Amerikaner darauf legen, daß jeder Ingenieur seine von früher überlieferten Kenntnisse über Festigkeitseigenschaften von Werkstoffen ergänzen soll durch Berücksichtigung der neuen Ergebnisse von Dauerversuchen.

Seit 1919 haben sich das National Research Council der Universität Illinois und die Engineering Foundation besonders bemüht, um die alte Frage, die statt „Ermüdung der Metalle" richtiger „Fortschreiten des Dauerbruches" heißen sollte, aufzuklären. Vor allem sollte doch jeder Ingenieur über den großen Einfluß von mikroskopisch kleinen Oberflächenbeschädigungen, Fehlstellen und scharfen Übergängen auf die Haltbarkeit eines Bauteils im Dauerbetrieb genau Bescheid wissen.

Die meisten Dauerprüfungen haben die Amerikaner auf der Biegungsschwingungsmaschine vorgenommen, bei der ein umlaufender Stab durch zwei symmetrische Kräfte von gleicher Größe beansprucht wird. Nach den Ergebnissen haben die Metalle eine ausgesprochene Beanspruchungsgrenze (Schwingungsfestigkeit), unterhalb deren ein Bauteil auch bei beliebig häufigem Wechsel der Last nicht bricht. In Übereinstimmung mit uns sind die Amerikaner zu dem Ergebnis gekommen, daß die minutliche Lastwechselzahl keinen Einfluß auf die Schwingungsfestigkeit hat.

Der große Einfluß der Querschnittabmessungen eines Probekörpers wird hervorgehoben. Man darf deshalb die Werte der Schwingungsfestigkeit, die durch Laboratoriumsversuche an kleinen Versuchstäben gewonnen worden sind, nicht ohne Berücksichtigung eines Sicherheitswertes auf die großen Stücke der Praxis übertragen.

Die Biegungsschwingungsfestigkeit wird für gewalzten Stahl zu 45 bis 55 vH der Bruchfestigkeit angegeben; für Stahlguß 40 vH, für Gußeisen 33 vH. Für Nichteisenmetalle geht das Verhältnis herunter bis auf 25 vH und weniger.

Den Schluß bilden Angaben über Entstehen und Aussehen von Dauerbrüchen und wie man sie vor dem völligen Durchbruch durch geeignete Untersuchungsmethoden erkennen kann.

Das Buch gibt einen guten Abriß über den Stand der Dauerversuchsfrage in Amerika und wird auch bei uns Interesse finden.

[E 668] O. Föppl

Statistik für das Jahr 1926. Herausgeg. v. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. Dortmund 1927, W. Crüwell. 577 S. Preis 45 ℳ zuzügl. 1,50 ℳ Versandkosten.

Das Buch bringt eine Zusammenstellung der in der Vereinigung zusammengeschlossenen Elektrizitätswerke, eingeteilt in Werke im deutschen Reichsgebiet und in außerdeutschen Staaten und den von Deutschland abgetrennten Gebieten. In den Verzeichnissen sind die Werke zunächst nach dem ABC, dann nach der Stromabgabe und schließlich nach der Betriebskraft geordnet. Ein besondres Verzeichnis zeigt die Erzeugung, den Bezug und die Abgabe von Strom, die Größe der Versorgungsgebiete, die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher usw. Diese Angaben sind dann ausgewertet nach Benutzungsdauer in Stunden, Höchstleistung in Hundertsteln des Anschlußwertes, Verlusten, Stromdichte in kW/km^2, Zahl der Verbraucher auf 1000 Einwohner, Verhältnis der angeschlossenen Haushaltungen zu den vorhandenen, dasselbe bei den Gewerbebetrieben und schließlich das Verhältnis der Stromeinnahmen zum Anlagekapital. Eine beigeheftete Karte zeigt die Grenzen der Bezirksverbände der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß die Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. außer der vorliegenden wichtigen Statistik auch Karten der Elektrizitätsversorgung Deutschlands im Maßstab 1 : 300 000 1 : 600 000 herausgegeben hat, die in verbesserter A neu erschienen sind. Sie geben zusammen mit de tistik ein gutes Bild der deutschen Elektrizitätswirt

[E 918] Pa

Was müssen Käufer und Verkäufer elektrischer Arbe der Phasenverschiebung und ihrer Bekämpfung w Von Gustav W. Meyer. Bodenbach/E. und Schöna Meyers Technischer Verlag. 182 S. m. 72 Abb. Pre

In gemeinverständlicher Weise wird das Wese Phasenverschiebung beim Wechselstrom behandelt. ders die wirtschaftlichen Gesichtspunkte werden her hoben. So ist u. a. auch über die Einflüsse auf die tung der Phasenverschiebung und der Strompreise, Messung und Verrechnung von Blindarbeit gesproch Hand von Beispielen aus der Praxis sind gute Erläuter gegeben.

Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, RKW-Ver lichungen Nr. 5: **Zweckmäßige Verpackung aus Hol** sammengestellt vom Ausschuß für Verpacku wesen beim AWF. Berlin 1927, Beuth-V 44 S. Preis 1,50 ℳ.

Die vorliegende kleine Druckschrift, die auf Grun rikanischer Untersuchungen zusammengestellt ist, die Zweck, allen deutschen am Verpackungswesen betei Stellen Anregungen zu gedeihlicher Zusammenarbe geben.

Gemeinfaßliche Darstellung der gesamten Schweißte Von P. Bardtke. Berlin 1927, VDI-Verlag. 274 250 Abb. Preis 12,50 ℳ; für VDI-Mitglieder 11,25

Technologie der Textilfasern. 2. Bd. 2. T.: **Die W** Von A. Lüdicke. **Die Maschinen zur Band- und mentenweberei.** Von K. Fiedler. **Die Bindung** Von Johann Gorke. Berlin 1927, Julius Springer. m. 854 Abb. Preis 36 ℳ.

Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke. A. Straßner. 3. Aufl. 2. Bd.: Der Bogen un Brückengewölbe. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & 171 S. m. 102 Abb. Preis 13,50 ℳ.

Festigkeitslehre für Ingenieure. Von H. Winkel. u. erg. von K. Lachmann. Berlin 1927, Julius ger. 494 S. m. 363 Abb. Preis 26 ℳ.

Selbstkostenberechnung und moderne Organisation vo schinenfabriken. Von Herbert W. Hall. 3. Aufl. chen und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 66 S. m. 18 Preis 5,20 ℳ.

Die Treidel-Schwebebahnen. Von Arthur H. Müller. burg 1927, Boysen & Maasch. 63 S. m. 24 Abb. Prei

Der deutsche Stahltrust. Von Paul Ufermann. 1927, Verlagsgesellschaft des Allgemeinen Deutsche werkschaftsbundes. 204 S. Preis 7 ℳ.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst vom Mittelalt zur Gegenwart. Von Paul Brandt. Leipzig 192 fred Kröner. 348 S. m. 442 Abb. Preis 18 ℳ.

Güter-Kursbuch der Deutschen Reichsbahn-Gesell Ausgabe vom 2. Oktober 1927. Berlin 1927, Verla Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft b Deutschen Reichsbahn. 740 S. Preis 3 ℳ.

Lebensbilder führender österreichischer Polytechniker. Wilhelm Exner. Wien 1927, Julius Springer. 56 7 Bildnissen. Preis 2,70 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 71 SONNABEND, 17. DEZEMBER 1927 Nr. 51

Eindrücke von meiner ersten Amerikareise

Von Dr.-Ing. I. Lauster, Augsburg, Direktor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg

Die Eindrücke beim Besuch von 23 amerikanischen Fabriken werden geschildert. Sie beziehen sich auf Konstruktion, Fertigung, Betriebsorganisation, persönliche Verhältnisse von Arbeitgebern und Arbeitnehmern. Besonderes Augenmerk wird dem Gebiete der Dieselmotoren gewidmet. Beachtenswertes und Ausnutzbares für deutsche Verhältnisse.

Allgemeines

n ganzen habe ich 23 Fabriken besucht, darunter sind vier Firmen für reine Massenherstellung von Kraftwagenmotoren und neunzehn für solche Fertigung, zwar das Grundsätzliche der Massenfertigung weitend verwendet, aber infolge der Art der Erzeugnisse des Absatzes nicht in der vollendeten Weise wie die annten anderen vier Firmen durchführen kann.

Leider war zur Zeit meines Besuches ein Rückgang Beschäftigungsgrades eingetreten, so daß die meisten riken nur zu etwa 60 bis 80 vH beschäftigt waren. l doch war der allgemeine Eindruck sehr gut. Musterte Ordnung und strenge Zucht sind überall mehr oder iiger aufgefallen.

In allen Werken tritt der tief eingedrungene Geist Massenfertigung hervor, der den höchsten Vollungsgrad in den Kraftwagenfabriken erreicht. Ford hier Pionierarbeit geleistet.

Ein ganzer Wald von Werkzeugmaschinen einfacher verwickelter Bauart beherrscht das Bild einer solchen ssenfabrikations-Werkstätte im ersten Gesamteindruck; ganze Fabrik ist Automatenwerkstätte geworden. se Art der Herstellung stellt an die Geschicklichkeit Arbeiters keine besonderen Anforderungen; alles htige besorgt die Maschine. Selbst das Einsetzen und ten der einzelnen Maschinenteile wird schließlich ch die besondere Einrichtung und die Übung des Arers so sorgfältig und zweckentsprechend durchgert, daß volle Gewähr für die richtige Ausführung geen scheint. Allen Einflüssen wird möglichst Rechnung agen, damit die Festigkeit und die sonstigen Eigenaften des Werkstoffes nicht leiden.

Der überraschende Erfolg von Ford hat naturgemäß Konkurrenz gezüchtet, die mit mehr oder weniger ichen Arbeitsverfahren und doch mit Steigerung der te und Schönheit der Formgebung die Erfolge von d schmälert. Allgemein habe ich durch diese Besichung feststellen können, daß die Automatenherstellung en so hohen Grad von Qualität und Sicherheit gibt, wie ihn mir vordem nicht vorgestellt hatte.

Auch alle anderen Fabriken, bis hinauf zu den Firn, die die größten Maschinenteile herstellen, wie die stinghouse Electric Co. und die General Electric Co., ien unter der Befruchtung der genannten Herstellfahren. Wenn auch die Ungleichheit der verschiedenen ößen und der verschiedenartigen Typen-Ausführungen ächst die Anwendung der Massenfabrikationsverfahren hindern scheint, so hat sich doch auch hier eine recht hentwickelte Fabrikation herausgebildet, die genau so auf ausgeht, jeden Cent Arbeitslohn zu sparen wie rd. Schon die Anordnung der Arbeitsmaschinen und er sonstigen Einrichtungen läßt darauf schließen, daß r Erfahrung auf Erfahrung aufgebaut ist, um alle nötigen Transporte wie überhaupt alle unproduktiven Arbeiten zu sparen. Es ist klar, daß das Erzeugnis um so billiger werden muß, je weniger unproduktive Löhne aufzuwenden sind, und es ist der Mühe wert, hierauf besonderes und dauerndes Augenmerk auch bei uns zu richten. Nicht nur das Positive: die Abkürzung der reinen Herstellzeiten ist wichtig; ebenso sehr, fast noch mehr, ist es das Negative: die Ausschaltung des Unproduktiven.

Die beiden genannten Firmen, Westinghouse und General Electric Co., die wohl die größten ihrer Art in Amerika sind, haben große Hallen, die General Electric Co. solche von 200 bis 300 m Länge, die von Kranen bis zu 100 t Tragfähigkeit beherrscht werden und äußerst eindrucksvoll wirken. Dazu kommen die ausgezeichneten Werkzeugmaschinen. Kaum eine große Drehbank, Karussellbank, Hobelmaschine oder Fräsmaschine ist zu sehen, die nicht mit mindestens zwei und mit bis zu sechs Stählen gleichzeitig arbeitet. Dampfturbinen werden in beiden Fabriken in verschieden großen Bauarten reihenweise hergestellt. Unwillkürlich drängt sich einem das Gefühl der Betriebsicherheit dieser Maschinen auf, wenn man sieht, wie einfach und genau die vielen Einzelteile dazu hergestellt werden. Die Turbinenschaufeln werden bei der General Electric Co. aus dem Vollen gefräst, ausgenommen die großen Niederdruckschaufeln, die man walzt oder zieht. Das Einsetzen der Schaufeln in die Scheibe wird mit einfachen Mitteln auf das genaueste durchgeführt. Es ist eine wahre Freude, hier zu sehen, mit welch geringer Anstrengung und wie ohne Künsteleien der amerikanische Arbeiter diese schwierigen Aufgaben durchführt. Bei Westinghouse werden sämtliche Schaufeln gewalzt oder gezogen. In beiden Werken werden die fertigen Dampfturbinen vor Versand mit mehr oder weniger Belastung, je nach Größe der Turbine, ausgeprobt.

Mit wenigen Ausnahmen sind, wie schon erwähnt, alle Firmen möglichst auf Sonderfertigung eingestellt. Es war ohne weiteres festzustellen, daß gerade diese Betriebe einen viel lebendigeren Eindruck machen gegenüber denjenigen Betrieben, in denen die Spezialisierung noch nicht so weit gediehen ist, wo also im gewissen Sinne noch eine Zersplitterung der Kräfte vorhanden ist.

Konstruktion, Fertigung und Versuche

Für die Konstruktion und die Herstellung der Erzeugnisse ist oberster Grundsatz: Betriebsicherheit. Damit im Zusammenhang steht die Einfachheit der Gestaltung und der Bedienung bei geringen Herstellkosten, und erst in dritter Linie kommt die Wirtschaftlichkeit der erzeugten Maschinen. Des weiteren soll nach Möglichkeit so konstruiert und ausgeführt werden, daß keine falsche Bedienung denkbar ist und daß kein nennenswerter Schaden entstehen kann, wenn sie dennoch erfolgt. Unsere Konstruktionen sind dem Amerikaner zu verwickelt, zu wissenschaftlich und vielfach zu schwierig in der Herstellung. Deshalb konstruiert er um, wobei ihm wiederum seine praktische Veranlagung sehr zustatten kommt.

Diese amerikanischen Kennzeichen der Konstruktion gelten nicht allein für die Dampfturbinen, die ich bei der General Electric Co. und bei Westinghouse gesehen habe, sie gelten auch in gleicher Weise für den Dieselmotor, wie ich später feststellen konnte. Die Einzelteile sind so geformt, daß sie in einfachster Weise ohne Anwendung von Künsteleien oder sonstigen Spitzfindigkeiten laufend fabriziert werden können. Schwer herzustellende Gußstücke stören die laufende Fabrikation besonders deshalb, weil Vorräte in Halbfabrikaten nicht üblich sind. Die Teile aus den Vorbereitungswerkstätten werden sofort in die Bearbeitung gegeben.

Auf die Behandlung vorgenannter Fragen nimmt auch die Werkstätte im vorhinein besonderen Einfluß im Zusammenwirken mit dem Konstrukteur, wodurch naturgemäß der Konstrukteur selbst wieder seine Gedanken denjenigen der Werkstätte entsprechend einstellt. Die Werkstätte gibt sich nicht zufrieden mit der nächstbesten Konstruktion; sie nimmt sie erst dann in die laufende Fabrikation, wenn sie auch die Verantwortung dafür übernehmen kann. Gerade zugunsten des Fortschrittes von der verwickelten zur einfachen Bauart sollte in Deutschland zusammen mit den Werkstätten gleich im vorhinein viel mehr Aufwand an Zeit und Geist getrieben werden.

Das wissenschaftliche Konstruieren liegt dem Amerikaner weniger; trotzdem werden seine Erzeugnisse allmählich hochwertig, weil sie im Lauf ihrer Entwicklung nach und nach Verbesserungen erhalten, die auf den fortlaufenden Erfahrungen aufgebaut sind. Diese Art der Amerikanisierung ist eine ganz natürliche Folge der laufenden Fabrikation ein und desselben Gegenstandes und bildet im hohen Grad einen gewissen Ausgleich der fehlenden wissenschaftlichen Grundlage.

Solche amerikanisierten hochwertigen Erzeugnisse sind in erster Linie die weltberühmten Werkzeugmaschinen; später kommen andre Gegenstände mit mehr oder weniger Vollkommenheit in der Ausführung und im Aufbau, wie Kraftwagen, Dampfturbinen, Gasmaschinen und Dieselmotoren.

Die Vorteile der Stetigkeit in der laufenden Fabrikation werden in Deutschland noch viel zu viel unterschätzt. Die wesentliche Verbilligung und der vereinfachte Betrieb würden angenehme Überraschungen ergeben, wenn man nur einmal ernstlich den Anfang machen wollte. Tatsächlich sind in Amerika viel weniger Beamte und Hilfskräfte zu sehen als bei uns. Schon die verhältnismäßig kleinen Verwaltungsgebäude lassen auf diese Tatsache schließen.

Demgegenüber ist die Werkstättenausrüstung mit ihren besonders hochentwickelten Werkzeugmaschinen, in deren Aufbau und Anordnung Erfahrung auf Erfahrung gehäuft ist, geeignet für Höchstleistungen in der Fabrikation, wie sie in Deutschland noch nicht üblich sind. Die Entwicklung der Werkzeug- und Werkzeugmaschinen-Ausrüstung zur Herstellung von Kraftmaschinen ist unverkennbar mehr fortgeschritten als die der Kraftmaschinen selbst.

Chemische Laboratorien sind bei allen großen Firmen der Gießerei behufs Feststellung von laufenden Analysen und Untersuchungen der Probestücke angegliedert. Auf tiefergehende wissenschaftliche Arbeiten, wie Vorausberechnung der Abmessungen und Bestimmung von kritischen Drehzahlen, bin ich nur vereinzelt gestoßen, und dies war nur der Fall unter Mitwirkung von Ausländern. An Versuchen wissenschaftlicher Art nimmt der Amerikaner weniger Anteil, abgesehen von der großen Elektrizitätsindustrie, die auf diesem Gebiete namhafte wissenschaftliche Grundlagen geschaffen hat.

Organisation

Der Werkstättenvorsteher und der Verkäufer sind diejenigen verantwortlichen Personen, die dem Leiter zunächst zur Seite stehen. Das Konstruktionsbureau ist nicht mit den bei uns üblichen Vollmachten ausgestattet. Alle technischen Entscheidungen unterliegen mit dem Werkstättenvorsteher, der die ganze Verantwortung für richtige und rechtzeitige Lieferung trägt, während die Sorge und Verantwortung für den Absatz dem Verkaufsleiter zufällt. Der Werkstättenvorsteher beeinflußt die
struktion und ihre Einzelheiten in bezug auf Formg
und Bearbeitung der Teile. Dadurch kommt gege
unseren Verhältnissen der Einfluß der Werkstätte
lich mehr in den Vordergrund. Diese Einteilung, d
sonders für diejenigen Werke, die Massenfabrikati
treiben, ohne weiteres als die natürliche und ver
liche erscheint, ist auch auf alle andern Werke
tragen.

Da auf allen Gebieten des Maschinenbaues, na
lich bei Dampfturbinen und Dieselmotoren, der W
werb schärfste Formen angenommen hat, spiele
Unterscheidungen in Konstruktion und Herstellun
einzelnen Bauarten für den Verkäufer bei der Be
tung des Käufers die größte Rolle. Ein erfolgr
Verkäufer muß also alle Einzelheiten der Konstru
seiner eigenen Firma und jener der anderen Firme
herrschen. Er kennt am besten die Einstellung
Kundschaft und nimmt demgemäß maßgebenden E
auf die Konstruktion und auf die Herstellung im E
nehmen mit dem Werkstättenvorsteher, der seine
sich wieder mit dem Konstruktionsbureau in Verbi
setzt. Diese Art der gegenseitigen Verständigung
der Ausführungszeichnung einen besonders hohen
Bei Fehlern ist die Werkleitung in erster Linie v
wortlich und die Organisation ergibt zwangläufig
gut bewährte „Ziehen an einem Strang". Gefördert
dieses Zusammenwirken dadurch, daß die einzelnen
ster und praktisch veranlagten Arbeiter mehr als be
schöpferisch mitwirken und Verbesserungsvors
machen.

Das Verhältnis der Werkleitung zu den Beamte
Arbeitern ist durch die in Amerika überall gep
werktätige Zusammenarbeit gekennzeichnet. Jeder
in dem Aufblühen und in der gedeihlichen Ent
lung des Werkes seinen eigenen Vorteil und sein
wärtskommen.

Vorgesetzte und Untergebene stehen einander tro
strengen Disziplin als freie Menschen gegenüber, di
gegenseitig achten. Es wird im Verkehr und in de
handlung kein nennenswerter Unterschied gemacht
schen solchen, die hochwertige, und solchen, die geri
Arbeit leisten; jeder wird als schaffendes, das Ganz
derndes Glied betrachtet und fühlt sich auch demg
Dem Vorgesetzten wird das Vertrauen entgegengeb
daß er gerecht gegen seine Leute ist.

Vor allen Personen, die infolge ihrer Leistunger
wärtskommen, hat man Hochachtung, während di
Deutschland vielfach umgekehrt ist. Hier wird i
Regel der fleißige Arbeiter von seinen Kollegen
angesehen; in Amerika ist das gerade umgekehrt
faule Arbeiter wird entsprechend behandelt, weil e
Vorwärtskommen der Fabrik schädigt und hemmt.

Auffallend ist, daß unter den Arbeitern und unte
Beamten nur selten ältere Leute tätig sind. Vorherrs
ist in den meisten Werken jüngere, mutige Tatkraft.
seinen Posten nicht ausfüllt, wird zurückversetzt und
besser geeignete Kräfte ersetzt.

Die Arbeitzeit ist verschieden. Sie beträg
den Werkstätten 54 bis herab auf 48 h in einer W
Grundsätzlich ist der Samstagnachmittag freigeg
Bei der Westinghouse Electric Co. in Chester bei P
delphia ist seit acht Jahren die gesamte Arbeitzeit auf
Tage verlegt, so daß der Samstag vollständig frei ist.
Arbeitzeit für die Beamten der gleichen Firma be
42 h in einer Woche. Bei der General Electric Co. be
die Arbeitzeit der Arbeiter 50 h, die der Beamten 4
in einer Woche.

Die Verdienste der gelernten Arbeiter liegen bei
denlöhnen durchschnittlich zwischen 60 und 70 Cent
kommen aber auch solche darunter und darüber vor.
Stücklöhnen kommen sie auf 70 bis 100 Cents, ausna
weise auch auf mehr. Die angelernten Arbeiter verd
in einer Stunde etwa 50 bis 60 Cents, im Stücklohn
falls entsprechend mehr. Das Bestreben geht dahin, so
wie nur möglich gelernte Arbeiter zu ersparen, was
manchen Werken so weit geht, daß auf etwa 1000 Arb
angeblich ein Dutzend gelernter Arbeiter kommen (

ti Milling Machine Co. Dieses Verhältnis ist gerade eser Firma bemerkenswert, weil sie ganz ausgezeich- Fräsmaschinen herstellt, die in Deutschland einen be- rs guten Ruf haben!).

n der Westinghouse Electric Co. entfallen auf einen er etwa 10 Arbeiter, wenn es sich um feine Arbeiten, in der Dreherei, handelt; dagegen 35 bis 40 Arbeiter, es sich um gewöhnliche Arbeiten, also etwa um die sichtigung von Bohrmaschinen, handelt. Gewöhnlich haben dann die Meister einen oder zwei Gehilfen. Auf Arbeiter entfallen etwa 250 Beamte, das sind also 9 Arbeiter auf einen Beamten. An Bezahlung und ien wird nicht gespart, wenn sie dem Gedeihen des es und der Hebung der Arbeitsfreudigkeit dienen. halten z. B. bei der Cincinnati Milling Machine Co. ter, die an keinem Tage der Woche zu spät kommen, Lohnzuschlag. In einem andern Fall erhalten die ter am Schluß des Jahres einen Betrag aus dem er- Gewinn ausbezahlt, der je nach der Höhe des Ge- s mehr oder weniger als einen Monatslohn beträgt.

kkordarbeit ist in ähnlicher Weise wie bei uns ührt, aber nicht durchweg bei allen Werken. In Fällen wird der Verdienst vom Meister nach per- her Schätzung festgesetzt.

ie Entlohnungen sind hoch, das sagen auch die ame- schen Arbeitgeber, ohne darüber zu klagen. Die ngen haben offenbar mehr zugenommen, als der Lohn- ung entsprechen würde.

as Versicherungswesen ist gegenüber unseren Ver- ssen noch wenig ausgebildet. Dort, wo Vorschriften en, scheinen sie hohe Ansprüche an den Arbeitgeber llen. Z. B. erhält im Staate New York ein verun- er Beamter oder Arbeiter den vollen Verdienst , gegebenenfalls solange er lebt; bewirkt der Unfall od, so bekommt die Witwe die Hälfte des Verdienstes ihrem Tode oder ihrer Wiederverheiratung.

jedem Werk ist ein Arzt tätig, sehr häufig auch ahnarzt, die die unentgeltliche Behandlung für alle ngehörigen übernehmen. Die übrige ärztliche Be- ng soll durch Krankenkassen oder sonstige Um- gelder, zu denen die Firmen in hohem Maße bei- n, beglichen werden. Diese Einrichtungen, beson- liejenige der zahnärztlichen Behandlung, sollen sich Abnahme des Krankenstandes sehr gut ausgewirkt .

as Lehrlingswesen ist wenig ausgebaut. Zum Beispiel e mehrfach erwähnte Cincinnati Milling Machine Co., wa 1000 Arbeiter beschäftigt, überhaupt keine Lehr- Sie kümmert sich nicht um deren Ausbildung, weil enig gelernte Arbeiter einstellt. Die Westinghouse at in einem Werk bei gegenwärtig 2200 Arbeitern ehrlinge aufgenommen, und zwar in der Dreherei, serei, Modellschreinerei und Formerei. Im allge- n wird nur bei denjenigen Fabriken, die mehr Reihen- t Massenherstellung betreiben, der Frage der Lehr- usbildung höhere Aufmerksamkeit zugewendet. Es en gesetzliche Vorschriften über die Behandlung der nge. Offenbar legt man also auch von behördlicher Wert auf die Ausbildung der Lehrlinge.

as Einvernehmen zwischen Arbeitgeber und Arbeit- r ist ganz ausgezeichnet. Es ist zweifellos mit eine auptursachen für das lebhafte Aufblühen der Werke. uffassung der Arbeitgeber geht recht deutlich aus Teil eines amerikanischen Arbeitsvertrages hervor. chriftstück hat den Titel: „Interne Geschäftsgrund- und -politik gegenüber den Angestellten und Arbei- Es heißt dort unter anderm wörtlich:

„Der individuelle Vertrag bewirkt einen hohen Grad gegenseitigem Vertrauen und Achtung, die die ein- n Beziehungen sind, unter denen die Industrie be- en kann. Er stellt eine moralische Verpflichtung durch die jeder persönlich gebunden ist.

Der individuelle Vertrag reizt den Ehrgeiz und den ernehmungssinn an und führt dadurch zu einem klicheren Leben. Er fördert die Individualität und Amerikaner verlangt eine individuelle Behandlung. öffnet die Wege zu einer Beförderung."

Der Bau von Dieselmotoren

Als Sonderfachmann im Dieselmotorenbau war es für mich besonders wichtig, die Entwicklung dieser deutschen Erfindung unter den amerikanischen Verhältnissen festzustellen. Diese Entwicklung erfolgte bekanntlich recht zögernd, obwohl der Dieselmotor seinerzeit nach seiner Entstehung um die Jahrhundertwende gerade in Amerika, dem Petroleumlande, eine besonders begeisterte Aufnahme hätte finden müssen. Diese Erscheinung erklärt sich aber nach dem Vorhergesagten damit, daß der damalige Motor für amerikanische Verhältnisse noch viel zu verwickelt und zu schwierig herzustellen war. Dazu kam, daß die neuzeitlichen Arbeitsverfahren damals noch vollständig fehlten.

Erst lange nachdem der Dieselmotor in den verschiedenen Ländern Europas, Deutschland, Rußland, Schweden usw., bereits Verbreitung in allen möglichen Anwendungsgebieten gefunden hatte, kamen auch in Amerika wieder schüchterne Ansätze zu seiner Einführung zum Vorschein. Größere Bedeutung gewann er aber erst um das Jahr 1910 durch Übernahme von Lizenzen aus Deutschland und bald darauf auch aus anderen Ländern.

Heute betreiben mehr als schätzungsweise 20 Fabriken — 11 davon habe ich besucht — den Bau von Dieselmotoren von kleinen Leistungen bis zu mehreren tausend Pferdestärken, u. zw. wie bei uns in Viertakt- und Zweitakt-Ausführung, die kleineren und mittleren Motoren vorwiegend kompressorlos, die großen Motoren mit Kompressor. Dabei lehnt sich die Konstruktion der Motoren bei der Mehrzahl der Fabriken an die deutschen Vorbilder oder an diejenigen der Lizenzgeber aus andern Ländern an; allerdings mit mehr oder weniger starken Abänderungen nach amerikanischer Art. Gerade die kompressorlose Bauart kam dem Streben des Amerikaners nach größter Vereinfachung des Motors entgegen, und dies war auch der Grund, weshalb er die ersten brauchbaren Erfolge in dieser Richtung, die Vickers, London, zuerkannt werden müssen, schon während des Krieges aufgegriffen und fortentwickelt hat.

In großen Einheiten sind bereits doppeltwirkende Zweitakt- und Viertaktmaschinen ausgeführt, deren Erbauer jedoch aus dem Auslande stammen, sich aber bemüht haben, amerikanischen Geist in weitestgehendem Maße zu berücksichtigen. Bei der doppeltwirkenden Zweitaktmaschine von Worthington ist dies besser gelungen als bei der doppeltwirkenden Viertaktmaschine von Mac Intosh & Seymour, jedoch unter gewisser Einbuße der Wirtschaftlichkeit. Die doppeltwirkende Viertaktmaschine ist zu verwickelt und die unteren Zylinderdeckel und Zylinderbüchsen sind schwer zugänglich. Immerhin bedeutet dieser Motor schon einen erheblichen Fortschritt gegenüber dem doppeltwirkenden Viertaktmotor von Burmeister & Wain.

Auch die Firma Nordberg hat bisher ihre eigenen Konstruktionen von einfachwirkenden Zweitakt- und Viertaktmotoren gebaut, allerdings in Anlehnung an europäische Ausführungen; neuerdings fertigt sie nur noch nach Lizenz und Konstruktion von Fiat.

Von der Firma Falk, Milwaukee, werden Motoren eigener Konstruktion erzeugt, und zwar nur im Viertakt arbeitende mit verhältnismäßig hoher Zylinder- und Drehzahl. Damit diese Maschine möglichst allgemein verwendbar wird, kommen als weitere Sondererzeugnisse der Firma hinzu die Bibby-Kupplung und ein Rädergetriebe, die erstere als elastische Kupplung zur Vermeidung von Drehschwingungen, das letztere für Übersetzung ins Schnelle zum Antrieb von Dynamomaschinen, mit Übersetzung ins Langsame zum Antrieb von Schiffen. Neuerdings soll ein Getriebe geliefert werden, das die Umsteuerung besorgt und damit den Motor selbst noch vereinfacht.

Weitgehende Anwendung amerikanischer Gepflogenheiten auch bei dieser Firma zeigt sich in der Ausführung auch großer Zylindereinheiten von mehr als 150 PS ohne Kolbenkühlung und mit luftloser Einspritzung. Falk *konstruiert* ebenso wie die meisten andern Fabriken ungewöhnlich *schwer*.

Ganz allgemein sei hervorgehoben, daß die Amerikaner in bezug auf Gewichte sehr wenig sparsam sind. Dünn-

wandiger Guß macht der Werkstätte Schwierigkeiten, also erhöht man die Wanddicken; das ist nicht schlimm, denn die Werkstoffe sind billig, dagegen müssen Arbeitskosten gespart werden.

Die vorgenannten Dieselmotorfabriken bauen weniger vollkommen nach dem Verfahren der Reihenherstellung; von wirklicher Massenfertigung kann jedoch nur gesprochen werden bei den Firmen Fairbanks Morse und de la Vergne. Fairbanks Morse, Beloit, bauen neben kleinen, in vollendeter Massenherstellung ausgeführten Benzinmotoren Dieselmotoren in größtem Maßstab. Diese Firma kann wohl auf diesem Gebiet als die größte und leistungsfähigste der Erde bezeichnet werden. Ihre wöchentliche Erzeugung beträgt etwa 5000 PS bei kleinen und mittleren Leistungen bis zu 100 PS Zylinderleistung. Der Motor arbeitet kompressorlos im Zweitakt mit Kurbelkastenspülung und wird in Leistungen bis zu 600 PS in sechs Zylindern hergestellt. Seine verblüffende Einfachheit im Aussehen und in der Bedienung ist allerdings erkauft durch eine recht wenig befriedigende Werkstoffausnutzung. Während der mittlere Kolbendruck von Viertaktmotoren 5 bis 6 at beträgt, erreicht er bei den soeben genannten Zweitaktmotoren nur etwa 2,5 bis 3,2 at. Diese echt amerikanische Konstruktion würde deshalb für Deutschland Raubbau im wahrsten Sinne des Wortes bedeuten. In Amerika dagegen ist der Werkstoff billig, der Arbeitslohn teuer; deshalb wird so etwas in den Kauf genommen. Wegen des niedrigen Preises ist der Motor im Konkurrenzkampf der gefürchtetste und einer der am meisten verbreiteten in Amerika.

Aber schon zeigt sich der Wettbewerb der Viertaktmotoren, und Fairbanks Morse suchen deshalb nach Mitteln, die Leistung ihrer Maschine zu verbessern. Wenn der Arbeitsvorgang so gestaltet wird, daß der mittlere Druck demjenigen der Viertaktmotoren näher kommt — was mir durchaus nicht unmöglich erscheint, allerdings unter Einführung eines besonderen Gebläses und besserer Spülung —, dann wird die hochentwickelte Massenfertigung der Firma den jetzigen Vorsprung weiterhin sichern.

Die Firma Fairbanks Morse zeigt bei Störungen an den gelieferten Maschinen größtes Entgegenkommen; im Zweifelsfall übernimmt sie im vornhinein die Kosten für Ersatzlieferungen. Solche Verfahren sind nur möglich, wenn bei der Herstellung der Motoren selbst entsprechender Gewinn erzielt wird.

Massen- und Planfertigung dieser Art sind bei großen Leistungen bei mehreren tausend Pferdestärken nicht festzustellen; diese Motoren tragen noch den Stempel der Entwicklung, die selbst dem amerikanischen Geist nicht so einfach liegt. Erklärend für diese langsamere Entwicklung ist es, daß der Bedarf an diesen Maschinen nicht allzu groß war. Er wird aber zweifellos zunehmen, wenn erst einmal die amerikanische Großölmaschine wirklich vorhanden ist. Die Anzeichen lassen darauf schließen, daß die doppeltwirkende MAN-Zweitaktmaschine, die man gegenwärtig den amerikanischen Bedingungen anpaßt, hierbei in hohem Maße beteiligt sein wird. Bemerkenswert ist, daß die erste doppeltwirkende MAN-Maschine, gebaut von den MAN-Lizenznehmern The Hooven, Owens, Rentschler Co., Hamilton (Ohio), einem 30tägigen ununterbrochenen Volleistungsbetriebe unterworfen worden ist, der vollauf befriedigt hat und keinerlei Störungen ergab. Nach mir gewordener Mitteilung soll sie die einzige Maschine in Amerika sein, die bisher solche Proben überstanden und deshalb allgemein großen Eindruck, namentlich bei der Marine, hervorgerufen hat.

Absatz der Dieselmotoren

Der Absatz der Dieselmotoren in Amerika steht in engstem Zusammenhang mit dem Gestehungspreis der einzelnen Kraftanlage. Mehr als in Deutschland sind in Amerika die Einflüsse der großen Elektrizitätswerke zu spüren, namentlich im Osten und im mittleren Westen, wo die Kohle noch verhältnismäßig billig ist. Der Absatz geht hauptsächlich nach dem Westen, wo die eigentliche Ölindustrie liegt. Ein großer Teil der Motoren wird im Schiffsbetriebe verwendet. Für die ganz großen Einheiten — wenn solche gebaut werden — muß das Absatzgebiet in größerem Umfange erst noch erschlossen werden; voraussichtlich werden die Großdieselmotoren in Elektri werken und sonstigen Kraftanlagen als Aushilfs Spitzendeckungsmaschinen benutzt werden.

Dem Reklamewesen wird mehr Geld geopfe bei uns. Drastisch und treffend bei kürzester F sind die Texte im Prospektmaterial. Die Zeichnunge den klar in der Aufmachung gebracht, möglichst f Laienverständnis hergerichtet.

Die Diesellokomotive

Die Diesellokomotive hat für Amerika ganz bes Bedeutung; sie muß unter allen Umständen in w Jahren geschaffen werden, nicht nur für kleinere, s auch für große Leistungen, wenn das Gesetz: Verb Dampflokomotive in der Umgebung größerer Städte in Vorbereitung sein soll — herauskommt. Die erste lokomotive in Form eines Triebwagens soll bereit bei der General Electric Co., Schenectady, mit eine 300 PS leistenden Benzinmotor gefahren sein. Fahrzeug mit elektrischer Kraftübertragung auf die soll als Verschiebelokomotive gute Dienste geleistet Inzwischen sind neue Motorlokomotiven mit 600 PS den Dieselmotoren der Ingersoll-Rand von der Am Locomotive Co., Schenectady, geliefert worden. Eine Lokomotive, die von uns besichtigt wurde, hat ausg net gearbeitet. Der Viertaktdieselmotor ist ähnlich ren deutschen Ausführungen, allerdings weniger gut gebildet und sehr schwer. Man hat den Eindruc hier schon eine Reihe von Erfahrungen vorliegen. puff- und Motorengeräusch waren nach außen hin hörbar, so daß der Führer alle Befehle, die für da schieben gegeben werden mußten, ohne Schwierigke gegennehmen und ausführen konnte. Man gab u daß zwölf solche Lokomotiven für Rangierzwecke ber Dienst seien und daß monatlich bei jeder Lokomotiv 1500 $ gegenüber Dampflokomotiven gespart würde zwischen sollen weitere 100 Lokomotiven bei der bestellt worden sein.

Dieseltriebwagen

Auf dem Gebiete der Triebwagen hat die von n suchte Firma J. G. Brill Co., Philadelphia, Erhe geleistet. Sie benutzt nur Benzinmotoren. 100 wagen hat sie bereits ausgeführt. Die Erfahrung diesen Wagen sollen ausgezeichnet sein und zu weiterer Einführung ermutigen. Diese Triebwage in Amerika in erster Linie dazu berufen, den V von den kleineren Orten und Städten nach den städten zu leiten; von den Hauptstädten übernehm die Hauptschnellzüge. Aber auch hier wird nac Dieselmotor gesucht, der an Gewicht und Leistun hochvollendeten Benzinmotor nicht nachstehen darf

Alles in allem kann gesagt werden, daß der I motor heute in Amerika bereits eine hohe Stufe de wicklung erreicht hat, daß es aber wohl noch dauern wird, bis er so vollkommen sein wird w Motoren europäischer und besonders deutscher He Man sollte aber nicht übersehen, daß es nur erstk Firmen sind, die den Bau des Dieselmotors pflege daß sie auf dessen Vervollkommnung und Vereinfa in amerikanischem Sinne alle die Energie, den M die Tatkraft verwenden, die sich auf anderen Gebie sehr bewährt haben. Allerdings wird Amerika in Maße deutsche Wissenschaft und deutschen Geist weiterhin, wie dies bisher geschehen ist, als Gru für seine Arbeiten benutzen müssen, und es wird noch viel wissenschaftliche Forschungsarbeit zu l sein und viele Aufgaben werden noch zu lösen sei allem auf dem Gebiete der Großölmaschine und der I ölmaschine, besonders auf letzterem, nachdem der A kaner, wie erwähnt, bisher gewohnt war, schw bauen. Die amerikanische Industrie ist sich der S rigkeiten beim Bau hochwertigster Maschinen mit g stem Gewichte, wie sie jetzt zunächst für Lokom und Triebwagen notwendig sind, sicher auch wo wußt, und sie wird deshalb die Mitarbeit europä und insbesondere deutscher Firmen und die Verwe ihrer Erfahrungen künftighin noch stärker nötig als bisher.

Schluß

Man trifft vielfach bei uns in Deutschland auf die N gung, die amerikanischen Leistungen gegenüber den rigen zu überschätzen und das amerikanische Vorbild visch nachzuahmen. Dieser Neigung nachzugeben, e ich für ebenso unrichtig wie die Ablehnung alles des bildlichen, das die Amerikaner tatsächlich geschaffen en. Vorbildlich ist tatsächlich das überall mit Tat t verfolgte Bestreben, die beste Lösung auf einfach Wege zu finden, wobei der Amerikaner durch seine ktische Veranlagung und seinen gesunden Menschen stand in der glücklichsten Weise unterstützt wird. In em Sinne bedeutet mir amerikanisieren im wesent en nichts anderes als vereinfachen. Auch wenn unsre atzmöglichkeiten eine Massenherstellung, wie man sie Amerika kennt, nicht rechtfertigen, so läßt sich doch t bestreiten, daß wir vielfach methodischer und steti arbeiten könnten, als dies jetzt der Fall ist. Was Aus ung der Produktionsstätten auch durch emsige und dige Arbeit, weitestgehende Ausschaltung aller un luktiven Arbeiten und vor allem reibungslose und innige Zusammenarbeit zwischen Bureau und Werkstätte und Einflußnahme der letzteren, auf der heute sicherlich das Schwergewicht jedes Betriebes liegt, auf die Konstruktion der Maschinen betrifft, so kann man sicherlich in Deutschland von den Amerikanern allenthalben noch viel lernen.

Ich möchte diese Ausführungen nicht beschließen, ohne noch hervorzuheben, daß ich in allen Werken, die ich besucht habe, eine Aufnahme, wie man sie sich nicht freundlicher denken kann, gefunden habe und daß die Werkleitungen bestrebt waren, ohne kleinliche Geheimniskrämerei alle Einzelheiten ihrer Werke zu zeigen. Es wird der Aufrechterhaltung der angenehmen Beziehungen zu der amerikanischen Industrie dienen, wenn man auch bei uns Besuche aus Amerika freundlich und zuvorkommend behandelt; denn eine gegenteilige Einstellung wird, wie ich wiederholt hören mußte, von den Amerikanern sehr übel vermerkt. Daß die deutsche Industrie im allgemeinen und die MAN im besonderen in Amerika ein hohes Ansehen genießt, habe ich immer wieder mit Freude feststellen können.

[B 406]

Straßenbahntriebwagen aus Leichtmetall

Seit einigen Monaten läuft bei der Cleveland-Eisen n ein Straßenbahntriebwagen, dessen tragendes Gerippe Untergestell nahezu vollständig aus Leichtmetall ge t sind. Der Bau des Wagens sollte in sehr kurzer Zeit sich gehen; man beschränkte sich daher darauf, nach vorhandenen Zeichnungen für die eiserne Bauart mit glichst wenig Änderungen den Wagen aus Leichtmetall zuführen. Nur an einigen besonders hoch beanspruchten len ging man über die Abmessungen der eisernen Bau hinaus, so bei den Bekleidungsblechen, bei den Dreh fenträgern des Untergestells und bei den Drehgestell men. Die Wahl einer größeren Dicke der Bekleidungs che erklärt sich aus dem geringen Elastizitätsmaß der chtmetalle, das ein verhältnismäßig frühes Erschlaffen Ausbeulen der Bekleidungsbleche zur Folge hätte. Es ist schließlich Duralumin in vergüteter Form verwendet rden.

Die Übernahme der grundsätzlichen Bauweise des rnen Wagens auf die Leichtmetallbauart muß als ein r kümmerlicher Notbehelf bezeichnet werden, weil die z andern Baustoffeigenschaften entsprechende Abände gen der Konstruktion bedingen, wenn wenigstens der re Baustoff wirtschaftlich ausgenutzt werden soll. In gedessen ist die erzielte Gewichtersparnis auch nicht bei item so groß, wie sie sich bei Anpassung der Konstruk n an den Baustoff hätte erzielen lassen: der 15,6 m lange rachsige Wagen wiegt leer 13 800 kg aus Leichtmetall en 19 600 kg aus Eisen, also nur etwa 30 vH weniger.

Für die Bleche und die gepreßten tragenden Teile wurde e Duraluminlegierung von 39 bis 42 kg/mm² Festigkeit vergüteten Zustande bei 18 bis 20 vH Dehnung ver ndt. Für die Schmiedestücke wurde eine Legierung mit lichen Eigenschaften, jedoch nur 16 bis 18 vH Dehnung wandt, während die Rohre aus einem Material von 28 bis kg/mm² Festigkeit und 10 bis 12 vH Dehnung bestehen. Gußstücke haben 20 bis 21 kg/mm² Festigkeit, 10,5 mm² Streckgrenze und 6 vH Dehnung bei 50 Brinellhärte.

Die Drehgestelle mit 1,8 m Radstand und Radsätzen n 660 mm Durchmesser haben geschmiedete Lang- und erträger, die gegenüber der Stahlgußausführung eben ls etwas verstärkt worden sind. Für das Motorgehäuse ß sich die Verwendung von Eisen nicht umgehen; für e Motorteile, bei denen dies wegen des magnetischen usses nicht unumgänglich notwendig war, wurde in ssen Leichtmetall benutzt. Die Rohrleitungen, Brems linder, Bremshebel und Zugstangen sowie die Teile der fhängungen bestehen aus Leichtmetall. Sogar die mlinson-Kupplung und deren Einbauteile sind aus Leicht tallguß hergestellt mit Ausnahme der Federn und des kens für die Kupplung. Alle im Untergestell, Gerippe d in den Drehgestellen benutzten Nieten sind Eisennieten, weil es nicht möglich schien, in absehbarer Zeit ein Verfahren für die einwandfreie Warmnietung und Vergütung von Leichtmetallnieten ohne eingearbeitete Leute zu entwickeln.

Der Wagen hat eine Stirnwandeinsteigtür sowie doppelte mittlere Aussteigtüren, 49 Sitzplätze und 91 Stehplätze, bei 15,6 m Länge über die Puffer, 2,53 m Breite über den Bekleidungsblechen, 3,29 m Höhe über S.-O., 7,8 m Drehzapfenabstand. Zum Antrieb dienen vier Motoren von je 35 PS Stundenleistung. Eine Gegenüberstellung der durch die Verwendung von Leichtmetall gegenüber der gleichen Bauart des Wagens in Stahl erzielten Gewichtersparnisse in den einzelnen Bauteilen gibt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Vergleich der Gewichte von Wagen aus Eisen und aus Leichtmetall

Bauteile	Gewichte bei Eisen kg	Gewichte bei Leichtmetall kg	Gewichtersparnis gegen Eisen vH
Untergestell und Wagenkasten ohne Drehgestelle und Ausrüstung	8 330	6 280	24,7
Drehgestelle (zwei) ohne Getriebe	5 470	3 770	31
Motoren, vollständig . . .	4 190	2 590	40,5
Steuerung, „ . .	588	375	36
Bremsausrüstung mit Leitungen	800	590	26,2
Heizkörper und Heizleitungen	202	173	14
Dienstgewicht des Wagens	rd. 19 600	rd. 13 800	30

Da der Wagen als Versuchswagen erbaut wurde, konnten die für die Wirtschaftlichkeitsrechnung grundlegenden Herstellkosten nicht einwandfrei und vergleichfähig gegenüber der eisernen Bauart ermittelt werden. Immerhin konnte man so viel feststellen, daß nach den amerikanischen Preisverhältnissen die Kosten für das Leichtmetallgerippe etwa das Doppelte betragen. Da beim Stromverbrauch des Wagens das Gewicht bei weitem nicht in demselben Maße mitspricht, so muß die Klärung der Frage, ob in der Gesamtwirtschaftlichkeit die Schonung der Gleisanlage und der geringere Stromverbrauch die höheren Kapitalkosten rechtfertigen, einer längeren Betriebserfahrung überlassen bleiben, ebenso wie über die Bewährung der Leichtmetallbauart selbst noch erst Erfahrungen gesammelt werden müssen. („Electric Railway Journal“ Bd. 70 (1927) S. 655) [N 492] Günther

Der Stand der Fernsprecherei

Von Telegraphendirektor Paul Riemenschneider, Berlin-Zehlendorf

Rückblick — Selbstanschlußbetrieb — Heb-Drehwähler von Strowger — Viereckwähler — Grundschaltung eines Selbstanschluß amtes — Fernkabel — Dämpfung — Pupinspulen — Hochvakuum-Verstärker — Doppelrohr- und Vierdrahtschaltung — Wirkun des Echos und der Einschwingvorgänge — Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Doppelsprecheinrichtungen — Nebensprech — Zukünftige Aufgaben

Am 12. November war es fünfzig Jahre her, daß die Deutsche Reichspost als erste Verwaltung den Fernsprecher als neues Nachrichtenmittel in den Dienst stellte; sie benutzte ihn anfänglich zum Austausch von Telegrammen zwischen kleineren Telegraphenanstalten. Hierzu eignete er sich besonders gut, weil seine Handhabung im Gegensatz zu den Telegraphenapparaten leicht zu erlernen war. Seine Einführung setzte die Reichspost in den Stand, ihr Telegraphennetz feinmaschiger zu gestalten.

Erst einige Jahre später (1881) ließ sich der Plan verwirklichen, Stadtfernsprechnetze einzurichten, nachdem es dem Generalpostmeister Stephan gelungen war, den Widerstand der zur wirtschaftlichen Verwendung des Fernsprechers berufenen Kreise zu überwinden. Dann setzte aber eine Entwicklung ein, die nahezu beispiellos in der Geschichte der Technik ist, und die Erfindung des Fernsprechers hat inzwischen eine Bedeutung erlangt, die allein mit der Erfindung der Buchdruckerkunst verglichen werden kann.

Die fünfzig Jahre haben eine stete Entwicklung gebracht. Die Apparate wurden zierlicher und technisch vollkommener, Abb. 1, die Vermittlungsämter wurden für schnellen Massenverkehr eingerichtet und das Fernsprechnetz wurde umfassend ausgebaut. Dabei gelang es, sowohl die Übertragungsgüte als auch die überbrückte Entfernung erheblich zu steigern.

Inzwischen hat die Fernsprechtechnik einen gewissen Abschluß erreicht, so daß die Reichspost in der nächsten Zukunft vor der Erfüllung von zwei großen Aufgaben steht: Durchführung des Selbstanschlußbetriebes und Ausbau des Fernkabelnetzes.

Selbstanschlußbetrieb[1])

Bei der Herstellung einer Verbindung war man bisher auf die Mitwirkung einer Beamtin angewiesen. Diese Abhängigkeit war in verschiedener Hinsicht unerwünscht, insbesondre wurde die Wartezeit, bis das Amt sich meldete, störend empfunden, obwohl sich die mittlere Wartezeit nach zuverlässigen Erhebungen nur auf wenige Sekunden belief. Besonders unangenehm war jedoch die Beschränkung auf gewisse Dienststunden bei kleineren Ämtern. Hier brachte die Einführung des Selbstanschlußbetriebes einen bedeutenden Wandel.

Die ersten Vorschläge zu dieser Betriebsweise stammen aus der Mitte der achtziger Jahre. Auf verschiedenste Weise wurde die Lösung versucht. Es sind auch — besonders in Amerika — größere Fernsprechämter nach den verschiedenen Verfahren gebaut worden. Die Deutsche Reichspost hat sich jedoch für ein einziges Verfahren entschieden, das nach sorgfältiger Prüfung sich für die in Frage kommenden Verhältnisse als vorteilhaft erwiesen hatte. Es wird gekennzeichnet durch den auf elektromagnetischem Wege in Gang gesetzten Heb-Drehwähler von Strowger. Dieser Wähler, der bei größeren Fernsprechämtern in viel hundertfacher Wiederholung vorhanden ist, wurde von Amerika übernommen und von deutschen Ingenieuren im Laufe der Jahre fortschreitend entwickelt mit dem Ziel, sein Arbeiten sicherer zu gestalten und den Platzbedarf zu verringern.

Im „V i e r e c k w ä h l e r" ist eine Bauart gefunden, die in nächster Zeit das Feld beherrschen dürfte. Dieser Wähler macht Heb- und Drehschritte, aber nachdem er diese beendet hat, kehrt er nicht rückwärts in die Ruhelage zurück, sondern schreitet weiter vorwärts und fällt dann auf die Anfangslage zurück. Damit wird eine gleichmäßige Beanspruchung aller Kontakte und eine hohe Betriebsicherheit erreicht. Weil die Kontaktarme hierbei

[1]) Vergl. auch Z. Bd. 69 (1925) S. 1330.

Abb. 1
Neuer Wandfernsprecher

ein geschlossenes Viereck durchlaufen, hat er den „Viereckwähler" erhalten. Die Antriebteile und di taktbänke sind in gleicher Höhe untergebracht — ersten Modell lagen sie übereinander —; das ergi gedrungene Bauweise und somit Raumersparnis.

An sich könnte man mit diesem Wähler al wünschten Schaltungen ausführen, aber die Koste den zu groß sein; deshalb ist ein Schaltorgan ein worden, das wesentlich einfacher, also billiger ist seine Aufgabe nur darin besteht, einen freien Heb wähler auszusuchen. Das war möglich, weil die der gleichzeitig in Betrieb befindlichen Teilnehmer gen auch in der Hauptverkehrszeit selten mehr als beträgt. Dieser einfache Wähler wird V o r w ä genannt.

Die Aufgabe eines Vermittlungsamtes besteht jedem Teilnehmer die Möglichkeit zu geben, mit andern Teilnehmer in Verbindung zu treten. Be Handämtern wurde dies dadurch erreicht, daß di amtin mit Hilfe von Schnurstöpseln und Klinke Zwischenraum überbrückte. Beim Selbstanschl fällt diese Aufgabe den Wählern zu.

An einem Amt für 1000 Teilnehmer sei der G gedanke kurz geschildert, weil sich hier die Verhäl noch klar überblicken lassen. Als zweckmäßig erw hat sich folgende Einteilung: Zur Verwendung ko zehnteilige Vorwähler, deren Kontaktarm über zeh schiedene Kontakte gleiten kann; je ein Kontakt i die beiden Adern der Anschlußleitung vorhanden. zweites Schaltglied dient der Heb-Drehwähler, d Kontaktarm zehn Höhen- und zehn Drehschritt ganzen also 100 Schritte machen kann. Die ein Kontakte sind in drei Bänken zu je 100 überein angebracht, und zwar je 100 für die beiden Zweig Leitung und eine dritte Leitung für besondere Z

Jedem Teilnehmer ist ein Vorwähler zugeo Dieser läuft beim Abheben des Hörers allein an und den ersten freien Heb-Drehwähler (G r u p p e n w ä h aus. Inzwischen wählt der Teilnehmer die erste der gewünschten Nummer, z. B. 4 in 427. Der Konta des Heb-Drehwählers wird dann um vier Schritt hoben. Nun dreht sich der Arm des Heb-Drehw

bsttätig weiter, bis er einen zweiten freien Heb-Dreh-ihler (L i n i e n w ä h l e r) findet, an den die Teil-hmer der gewünschten Zehnerreihe angeschlossen sind. eser Wähler macht beim Wählen der 2 der ge-inschten Nummer zwei Höhenschritte (er wird von der immernscheibe des rufenden Teilnehmers gesteuert) d beim Wählen der 7 sieben Drehschritte. Durch be-ndre Magnetschalter (Relais), die in bestimmter Abhän-gkeit voneinander arbeiten, wird geprüft, ob die ge-inschte Nummer frei ist, wird der Rufstrom an- und geschaltet, der Gesprächzähler in Gang gesetzt und die rbindung schließlich beim Herunterdrücken der Hörer-bel gelöst, wobei alle Wähler in ihre Anfangstellung rückfallen.

Für den Fall, daß nicht mehr als 10 vH Verbindun-n vorkommen, gebraucht man zehnteilige Vorwähler, d zwar 1000 (ebenso viele wie Teilnehmer vorhanden ıd), an Gruppenwählern zehn Gruppen zu je 10, also), und für jede Zehnerreihe 10 Linienwähler, also ch 100.

Die Schaltung zeigt Abb. 2, wobei jede Teilnehmer-tung nur durch eine einfache Linie dargestellt ist, um Übersichtlichkeit nicht zu stören.

Der Aufbau eines Amtes für 10 000 Teilnehmer kann Rahmen des vorliegenden Aufsatzes nicht geschildert rden, weil dazu besondre, umfangreiche Schaltmaß-hmen erforderlich sind; es werden gebraucht: 10 000 ste Vorwähler, 800 zweite Vorwähler, 800 erste Grup-nwähler, 1000 zweite Gruppenwähler, 1200 dritte Grup-nwähler und 1500 Linienwähler.

Bisher sind über 400 000 Teilnehmer an Selbst-schlußämter angeschlossen, d. s. 25 vH der vorhandenen rechstellen. Es ist vorgesehen, daß in den kommenden Jahren alle Handämter in Selbstanschlußämter um-baut werden, wenn keine unvorhergesehenen Störun-n eintreten.

Ausbau des Fernkabelnetzes

Die zweite große Aufgabe der Reichspostverwaltung steht darin, die Betriebsicherheit der Leitungen zu ver-ssern. Anfänglich wurden nur oberirdische Leitungen rwendet. Diese waren aber den Witterungseinflüssen ırk ausgesetzt, und es kam häufig vor, daß ganze Li-enzüge durch Unwetter tagelang gestört waren. Die ırke Zunahme der Fernsprechanschlüsse in den Städten tte schon bald dazu geführt, die Leitungen als Kabel verlegen. Für den Fernverkehr ließ sich das aber cht durchführen, weil die elektrischen Eigenschaften der Kabel keine großen Reichweiten zuließen. Die ersten Versuche, auf gewöhnlichen Kabeln über weitere Ent-fernungen zu sprechen, zeigten, daß dies ohne besondere Maßnahmen nicht möglich war. Die Dämpfung, d. h. die Größe, die für das Verhältnis zwischen der Sende- und der Empfangsleistung maßgebend ist, wird bei gewöhn-lichen Kabeln mit Leitern von 0,8 mm Dmr. schon bei 30 km Länge zu groß. Außerdem steigt die Dämpfung für die höheren Sprechfrequenzen sehr viel stärker, so daß auch noch eine Verzerrung eintritt, die die Sprache dumpf und hallend macht; die helleren Vokale und Kon-sonanten fallen aus, die Sprache bleibt unverständlich. Diese Erscheinungen werden durch die elektrischen Eigenschaften der Kabel, insbesondere durch die Ka-pazität verursacht.

Abb. 2
Grundschaltbild eines Selbstanschlußamtes

Abb. 3
Doppelrohrschaltung der Verstärker in Fernsprech-leitungen

Es ist bekannt, daß die Selbstinduktion der Kapazität entgegenwirkt. P u p i n gab ein Mittel an, wie man wirt-schaftlich eine Selbstinduktion in die Leitungen einfügen kann. Er verwendete Selbstinduktionspulen, die in Ab-ständen von 1700 m eingeschaltet wurden. Der erste große Versuch wurde 1912 mit dem Rheinlandkabel ge-macht. Bei einer Reichweite von 600 km war jedoch sehr bald die Grenze der Verständlichkeit erreicht, und dabei mußte man schon 3 mm dicke Adern verwenden. Noch dickere Adern zu benutzen, wäre unwirtschaftlich ge-wesen, weil dann die Herstellung und Verlegung wohl unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet hätten. Hier trat eine Wendung ein durch die Entwicklung der Hoch-vakuum-Verstärker; sie gab die technische und wirt-schaftliche Grundlage für die Verwendung dünndrähtiger Kabel mit vielen Sprechkreisen auch für weiteste Ent-fernungen. Wir sind heute imstande, jede Entfernung in Europa durch pupinisierte Fernsprechkabel mit Ver-stärkern zu überbrücken. Nur für Kabeltelephonie über den Ozean fehlen diese Möglichkeiten noch; hier wird die drahtlose Sprechübermittlung vorläufig helfend ein-greifen.

Auf den Bau und die Wirkungsweise der durch den Rundfunk allgemein bekannt gewordenen Verstärker-röhren braucht hier nicht eingegangen werden. Hervor-zuheben ist nur, daß die Röhren ihrer Natur nach nur in der Richtung vom Steuergitter zur Anode hin ver-stärken können. Da man jedoch in einer Fernsprechlei-tung in beiden Richtungen sprechen will, muß man eine besondre Schaltung, die „D o p p e l r o h r s c h a l t u n g“, anwenden, Abb. 3.

Die Fernleitungen werden mit Hilfe von Ausgleich-übertragern, an welche künstliche Leitungen angeschaltet sind, angeschlossen. Diese Kunstleitungen sind aus Widerständen und Kapazitäten so aufgebaut, daß sie den Scheinwiderstand der Fernleitung nachbilden; je besser dies erreicht wird, um so günstiger ist ihre Wirkung. Der Strom, der die Verstärkerröhre 1 verläßt, teilt sich in dem Ausgleichübertrager 2 in zwei Teile. Davon geht der eine in die Fernleitung 2, der andere in die Kunstleitung 2. Sind beide genau gleich, so hebt sich ihre Wirkung in der Sekundärwicklung des Übertragers auf, es kann kein Strom in die Verstärkerröhre 2 zurückfließen. Wäre das nicht der Fall, so würde der Teilstrom in der zweiten Röhre verstärkt werden, über den Ausgleichübertrager 1 wieder zur ersten Röhre gelangen und erneut verstärkt werden; es träte Rückkoppelung auf, die sich durch Pfeifen störend bemerkbar machen müßte.

Diese Art der Verstärkerschaltung gestattet es, mit dünnen Kabeladern große Reichweiten zu erzielen, man braucht nur in gewissen Abständen gleichartige Verstärker — außer den schon erwähnten Pupinspulen — einzubauen. Für 1,4 mm dicke Adern wählt man 150 km Abstand, für 0,9 mm-Kupferleiter 75 km. Man kommt dann zu Reichweiten von 700 km für die 1,4 mm dicke Leitung. Will man noch größere Reichweiten erzielen, so muß man zu einer anderen Schaltung greifen, die unter dem Namen „Vierdrahtschaltung" bekannt ist. Hierbei wird für eine Sprechverbindung je eine Doppelleitung für die Hin- und die Rückleitung genommen. Die Leitungsnachbildungen sind dabei nicht mehr bei allen Verstärkerpunkten nötig, sie brauchen nur an den Stellen vorhanden zu sein, wo die Teilnehmerleitungen angeschlossen werden. Auf der Strecke Hamburg – Berlin – Frankfurt a. Main (1000 km) ist eine betriebsichere Übertragung dauernd erreicht worden.

Zur Erzielung größerer Reichweiten ist es notwendig, zwei Erscheinungen zu beseitigen, die jede für sich die Verständigung hindert: Die Echoerscheinungen und die Einschwingvorgänge.

Die Echoerscheinungen treten dadurch auf, daß an den Stellen, wo das Kabel durch eine künstliche Leitung nachgebildet wird, diese Nachbildung nicht für alle Frequenzen gleich vollkommen ist; ein gewisser Teil der Energie fließt wieder in die Leitung zurück und trifft das Ohr des Sprechers als Echo. Die Einschwingvorgänge äußern sich in der Weise, daß ein am Kabelanfang gegebenes Zeichen in gewisser Weise verändert zum Kabelende gelangt.

Die Echoerscheinungen können unterbunden werden durch eine weitgehend getreue Nachbildung der Leitungen und neuerdings durch besondre Echosperren, auf die aber hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Einschwingvorgänge werden bei der Deutschen Reichspost dadurch weniger schädlich gemacht, daß für große Entfernungen eine schwächere Pupinisierung gewählt wird. Die dadurch entstehende Dämpfungserhöhung wird durch Verringerung des Abstandes der Vierdrahtverstärker ausgeglichen. Z. B. nimmt man für Kabel mit 0,9 mm Ader-Dmr. nicht mehr 150 km, sondern nur 75 km Abstand zwischen den Verstärkern, d. h. man braucht eine größere Anzahl von Verstärkern. Es wird Aufgabe der Technik sein, hier Mittel zu finden, daß auch bei nicht so schwacher Pupinisierung keine Störungen durch Einschwingvorgänge auftreten.

Zu erwähnen ist noch, daß man, um die Leitungen besser auszunutzen, mit Hilfe der „Doppelsprechschaltung" zwei Doppelleitungen zu einem „Vier zusammenfassen kann dergestalt, daß die zwei Adern einen Doppelleitung die Hinleitung und die der and die Rückleitung einer neuen Sprechverbindung bil Der Erfolg dieser Maßnahme besteht also darin, daß auf den beiden „Stammleitungen" und dem aus beiden bildeten künstlichen „Vierer" je ein Gespräch, also gesamt drei von einander unabhängige Gespräche füh kann; das bedeutet eine Vermehrung der Sprechver dungen um 50 vH ohne Mehraufwand an Leitungen.

Dabei war eine Schwierigkeit zu überwinden, n lich die gegenseitige Beeinflussung der zu einem Vi gehörenden Sprechkreise. Es ist wohl verständlich, bei den in sehr engem Abstand viele Kilometer l nebeneinander laufenden Stromkreisen die Gefahr gegenseitigen Beeinflussung groß ist. Zwar geling durch ein besondres Verseilverfahren, bei dem die zelnen Paare und Vierer in verschiedener — genau f gelegter — Weise verdrallt werden, die indukt Beeinflussung der einzelnen Sprechkreise fast ganz zuschalten, auch die kapazitive Beeinflussung k dadurch weitgehend vermindert werden; aber es bl trotz dieser vollendeten Bauweise noch ein Rest kap tiver Beeinflussung, die sich durch „Nebensprechen" merkbar macht. Dieses Nebensprechen zeigt sich da daß die in den Stammleitungen geführten Gespräche den Vierern — wenn auch schwach — infolge der kap tiven Kopplung mitgehört werden können. Die Fi Siemens & Halske, A.-G., beseitigt das Nebensprec durch kleine Ausgleichkondensatoren, die in die einzel Adern an bestimmten Punkten eingeschaltet werden. Größe der Ausgleichkondensatoren wird beim Verle der Kabel durch ein besondres Meßverfahren ermit sie dienen dazu, die bei der Fabrikation nicht ganz reichbare Genauigkeit nachträglich auszugleichen. Verfahren hat sich glänzend bewährt.

Trotz der bereits erzielten hohen Vollendung technischen Einrichtungen und der Kabel wird es in kommenden Jahren nicht an weiteren Arbeiten feh Es wird notwendig sein, die Verstärkertechnik we auszubauen, damit die Zahl der erforderlichen V stärker möglichst verringert wird, die kostspielig s und häufiger Wartung bedürfen, wenn sie jederzeit betriebsbereit sein sollen. Daneben muß das Fernka netz ausgebaut werden. Mit ihrem 8000 km langen F kabelnetz steht die Deutsche Reichspost an der Spitze; wird seine Vollendung fördern und dafür Sorge tra daß durch Anschlußkabel an die Netze der Nach staaten sein Nutzen immer größer wird. [B 887

Neue Walzenstraßen bei der Illinois Steel Co.

Die kürzlich bei der Illinois Steel Co., Chikago[1]), in Betrieb gesetzten Walzenstraßen mit Walzen von 305 und 450 mm Dmr. sollen hauptsächlich Stahllegierungen zu verschiedenen Querschnitten auswalzen. Das Walzwerk besteht aus 13 Gerüsten, die einzeln durch Gleichstrommotoren mit veränderlicher Umdrehungszahl angetrieben werden, so daß man die notwendigen Geschwindigkeiten der verschiedenen Gerüste leicht einstellen kann. Die Blöcke werden in zwei je 4 m breiten und 16,6 m langen Wärmöfen vorgewärmt. Die Leistung jedes Ofens beträgt 360 t in 24 h. Soweit wie möglich erhält man in den Öfen eine reduzierende Atmosphäre aufrecht, um eine Oxydbildung zu verhindern. Geheizt werden die Öfen mit Generatorgas.

Von den dreizehn Gerüsten sind fünf Gerüste mit ihren Kammwalzen unmittelbar mit den Motoren gekuppelt, während für die übrigen acht Gerüste Übersetzungsgetriebe zwischen Motor und Kammwalzen geschaltet sind. Die vier ersten Gerüste haben Walzen von 450 mm Dmr. und 1016 mm Länge. Nach Verlassen des vierten Gerüstes läuft der Stab in entgegengesetzter Richtung durch die Gerüste 5 und 6, die hintereinander stehen und Walzen von 405 mm Dmr. und 915 mm Länge haben. Nach Verlassen des Gerüstes 6 wird die Richtung des Walzens wieder umgekehrt und die St gehen durch die Gerüste 7, 8 und 9 a, die hintereina stehen und auch Walzen von 405 mm Dmr. und 915 Länge haben. Das Gerüst 9 a ist ein Fertiggerüst für größeren Querschnitte. Die Stäbe gehen von hier zu e Warmsäge und dann zu einem 30,5 m langen und 8, breiten Warmbett.

Beim Walzen leichter Querschnitte ist das neunte Ge außer Betrieb, und die Stäbe gehen von Gerüst 8 zu Gerüsten mit Walzen von 305 mm Dmr. und 610 mm Lä die gegeneinander versetzt angeordnet sind. Diese vier rüste sind sowohl mit Rollgängen als auch mit Umführ gen versehen, so daß jeder Querschnitt ausgewalzt wer kann. Von hier gehen die Stäbe zu einem 6,1 m breiten 91 m langen Schwingwarmbett.

Hergestellt werden: Rundeisen von 13 bis 115 mm D scharfe und rundkantige Flacheisen von 25 × 13 230 × 64 mm² und hohl gewölbter Federstahl von 38 × 14 127 × 11 mm².

Im Anschluß an das Walzwerk ist eine Werkstätte Warmbehandlung eingerichtet, in der bis zu 9 m la Stäbe geglüht, normalisiert und bis zu 3,6 m lange St in elektrisch geheizten Öfen warm behandelt werden kön Zum Glühen benutzt man gasgefeuerte Öfen. Die Stäbe k man in Öl oder in Wasser abschrecken und in einem B bad anlassen. [N 943] Il

[1]) Vergl. „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 729.

Die erste Brücke über den Hudson bei New York

mit 1,067 km weit gespannter Mittelöffnung

Von Dr.-Ing. Rudolf Bernhard, Reichsbahnrat, Berlin

Die im Bau begriffene neue Kabelbrücke über den Hudson bei New York mit zur Zeit größter Spannweite wird beschrieben. Nach Darstellung der Grundzüge der beiden vorgelegten Entwürfe wird auf Einzelheiten näher eingegangen.

Wie in Berlin ist auch in New York die Bildung von neuen Handels- und Verkehrsmittelpunkten, neben denen der Altstadt zu beobachten. Das Geschäfts-el New Yorks, das bislang auf der Südspitze von Man-n, in Hochhäusern räumlich eng zusammengedrängt verschiebt sich allmählich nach Norden. Der zweite lpunkt, mit seiner Anhäufung von großen Warenhäu- Bahnhöfen und Kinos, liegt jetzt etwa in der 42. Straße. Einen weiteren Schritt auf diesem unaufhaltsamen Zug dem Norden auf der Manhattanhalbinsel, dem Gleiten „City", ist nun mit dem Bau der neuen Hudson-ke im Zuge der 178. und 179. Straße New Yorks hin-nach den nördlichen Vororten New Jerseys gemacht. Schaffung dieser großen Verkehrsader wird zweifel- einen neuen, dritten Verkehrsmittelpunkt hervor-n, Abb. 1.

Etwas mehr als dreißig Jahre sind verstrichen, seitdem av Lindenthal seinen berühmten Entwurf der Über-kung des Hudson mit einer großen Augenstab-Hänge-ke[1]) im Zuge der 57. Straße von Manhattan hinüber New-Jersey aufgestellt hat. Dieser Entwurf wird be-ich seiner Lage übrigens jetzt wieder erörtert. Viele würfe für andre Übergangstellen sind inzwischen noch etaucht, aber außer dem kürzlich dem Verkehr gebenen Holland-Tunnel im Zuge der Kanal- und ngstraße[2]), ist keinerlei Straßenverbindung über den m breiten Fluß geschaffen worden.

Der Entwurf

Wie die Zeitschrift „Engineering News Record" vom August 1927 berichtet, ist ein Punkt noch weiter nord-s, zwischen Fort Washington und Fort Lee, als bau-nisch und zur Zeit auch verkehrstechnisch günstigste bindungsstelle für den neuen Brückenbau bestimmt den. Die Ausführung ist bereits in Angriff genommen. Plan stellt das Ergebnis von dreijährigen, eingehenden ersuchungen der New Yorker Hafenbehörde dar.

Man hat eine Hängebrücke gewählt, die in zwei bauabschnitten ausgeführt werden soll. Infolgedessen nen die zunächst erforderlichen Baukosten um etwa Mill. $, ausschließlich Zinsen, verringert werden. Auch die Möglichkeit gegeben, sich den wachsenden Ver-rsbedürfnissen allmählich durch weiteren Ausbau an-ssen. Schließlich kann die schädliche Zusammen-ung des Verkehrs in den Zubringerstraßen durch die nglich nur in geringer Breite ausgebaute Fahrbahn Brücke etwas hintangehalten werden. Bemerkenswert daß die wichtige Frage, ob die Haupttragglieder durch bel oder Augenstabketten gebildet werden en, noch nicht entschieden ist, sondern erst von dem fall der Angebote, also von im wesentlichen wirt-ftlichen Fragen abhängig gemacht werden soll[3]).

Da der tragfähige Felsboden, wie umfangreiche Boh-gen ergeben haben, an beiden Ufern bereits am Ende der köpfe bis etwa 45 m unter den Wasserspiegel abfällt dazwischen durchschnittlich unter 60 m liegt, war eine ndung in diesem Teile des Flußbettes ausgeschlossen. rklärt es sich, daß alle Versuche, eine Auslegerbrücke auen, an der großen Mittelspannweite scheitern mußten. ier ist von vornherein eine Hängebrücke gewählt den, die in ihren gewaltigen Ausmaßen dem Lindenthal-n Entwurf ähnelt. Der gewählte Platz ist insofern auch noch verhältnismäßig günstig, als beide Steilufer von etwa 60 bis 90 m Höhe, 150 bis 450 m vom Flußufer entfernt, eine einfache Rampenausbildung ermöglichen und auch gleichzeitig die Höhenlage der Fahrbahn so zu wählen gestatten, daß die Schiffahrt auf keine Weise behindert wird. Die Konstruktionsunterkante der Versteifungsträger liegt in Brückenmitte 65 m, an dem westlichen Turmpfeiler 64 m und dem östlichen 59,5 m über MHW. Die Neigungen in den Seitenöffnungen betragen auf der Ostseite 2,2 vH, auf der Westseite 0,4 vH.

Abb. 1
New York und Umgebung. Lage der fünf neuen, zum Teil geplanten, zum Teil im Bau begriffenen Brücken für New York (Hudson), Jersey City und Staten Island

Der Überbau selbst weist infolge der vorgenannten Bodenverhältnisse im Fluß eine Mittelöffnung von 1066,80 m (56 Felder von je 18,29 m) und zwei Seitenöffnungen von nur 198,10 m (9 Felder von je 18,29 m) auf, Abb. 2 bis 4. Die Mittelöffnung erhält somit genau die doppelte Spannweite als die der bisher größten, 1926 fertiggestellten Hängebrücke, der Delawarebrücke in Philadelphia. Die Seitenöffnungen sind dagegen rd. 20 m kürzer[4]). In Abb. 5 bis 8 sind die Umgrenzungslinien einiger an Größe rasch zunehmender, bisher ausgeführter Hängebrücken in Vergleich gesetzt.

Die gesamte Brückenbreite beträgt 39,2 m, also nur 0,80 m mehr als die der Delawarebrücke. Die Form der Seillinie in der Mittelöffnung ist in erster Linie nach schönheitlichen Gesichtspunkten bestimmt worden, und zwar liegen die höchsten Punkte, die Kabelsättel, auf den Haupttürmen 182 m über MHW und die Mitte des Seiles etwa 99 m tiefer, so daß sich ein Pfeilverhältnis von 1/10,8, etwas kleiner als bei der Delawarebrücke (1/9) ergibt. Die steil abfallenden, straffen Rückhaltkabel der unverhältnismäßig kleinen, daran aufgehängten Seitenöffnungen ergeben sich durch das Felsprofil. Dem fremdartigen, steifen Aussehen steht der Vorteil der geringeren Nachgiebigkeit der Mittelöffnung, und die damit zusammenhängende kleinere Bewe-

[1]) Vergl. „Bauingenieur" Bd. 8 (1927) S. 89 u. f.
[2]) Desgl.
[3]) Wie während der Drucklegung des Aufsatzes aus New York eldet wird, hat die Ausschreibung ergeben, daß die Kosten einer elbrücke rd. 10 vH unter denen einer Augenstab-Kettenbrücke lie- so daß Kabel ausgeführt werden. Für die Kabel betrug das nie-ste Angebot 1,45 ℳ/kg bei 26 Mill. kg Gesamtbedarf, für die Augen-kette 0,76 ℳ/kg bei 67 Mill. kg Gesamtbedarf. Die bekannte Draht-a A. Roebling Sons Co. in Trenton (N. J.) erhielt den Auftrag für Kabel.

[4]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1401 und Bd. 71 (1927) S. 145, 422 u. 857.

Abb. 2 bis 4. Gesamtanordnung

gung der Hauptturm-Kabelsättel gegenüber. Durch das Aufhängen der Fahrbahn in den verhältnismäßig kurzen Seitenöffnungen an den Rückhaltkabeln wird diese Steifigkeit wenig beeinträchtigt. Der Entwurf ist für eine Ausführung mit K a b e l n und eine solche mit A u g e n s t a b k e t t e n ausgearbeitet, in beiden Fällen in 32,3 m Entfernung.

Falls K a b e l zur Ausführung kommen, sollen im ganzen vier angeordnet werden, und zwar je zwei in den beiden Haupttragebenen in 2,24 bis 3,35 m Abstand übereinanderliegend, von 91 cm Gesamtdurchmesser, Abb. 9 und 10. Jedes der vier Kabel setzt sich aus 61 Strängen von 434 Einzeldrähten, also insgesamt 26 474 Stück, mit einem nutzbaren Gesamtquerschnitt zweier Kabel von 1,03 m² zusammen. Die Kabel sollen nach dem in Amerika fast ausschließlich angewandten Paralleldraht-Spinnverfahren hergestellt werden, und zwar muß bereits nach Fertigstellung eines unteren Kabels auf jeder Seite mit dem Anhängen der Fahrbahn begonnen werden. Der Bauvorgang kann auch bei der Ausführung einer Augenstabkette in zwei Abschnitte geteilt werden, doch scheint dann der gesamte Zusammenbau bedeutend schwieriger. Der ursprüngliche

Zahlentafel 1
Übersicht verschiedener Augenstab-querschnitte amerikanischer Hängebrü

Name und Ort der Brücke	Fertigstellung Jahr	Spannweite m	Anzahl der Augenstäbe	Querschnitt der Augenstäbe mm²	Gesamtquerschnitt m²
Mississippi, Memphis . .	1892	240,8	12	250 × 50	0,15
Queensboro, New York .	1909	360	20	400 × 50	0,426
St. Lawrence, Quebec . .	1918	548,6	32	400 × 55	0,722
Hudson, New York	1932(?)	1066,8	96	400 × 50	2,23

Plan, Kabel oder Kette so auszubilden, daß der obere überhaupt erst beim zweiten Ausbau verlegt wird fallengelassen worden.

Falls eine K e t t e gewählt wird, setzt sie sich aus zehn einzelnen Gruppen, bestehend aus je sechs Au stäben, also im ganzen 96 Stück, von im Mittel 5 × 4 Querschnitt zusammen, Abb. 11 und 12. Diese Gru sind in vier lotrechten und vier wagerechten Reihen stand 1,07 bis 1,52 m geordnet und erg einen nutzbaren Ges querschnitt von 2,2 für jede Hauptt ebene. Die ausgeb ten Verbindungsbo der Augenstäbe w 38 cm Dmr. auf. Nachteil der zwe halbmal schwer Augenstabkette durch die größere figkeit des Gesamt werks ausgeglichen den. Übersichten die bemerkenswert Kabel- und Ketten schnitte amerikanis Hängebrücken, v auch Abb. 6 bis 8, z Zahlentafel 1 und

Abb. 5 bis 8
Vergleich der drei größten amerikanischen Hängebrücken und der Kölner Rheinbrücke

Aufsicht der Ostrampe

Zahlentafel 2
Übersicht verschiedener Kabelquer-
schnitte amerikanischer Hängebrücken

Name er Brücke	Fertig-stellung Jahr	Strang-zahl je Kabel	Draht-zahl je Kabel	Zahl der Kabel	Kabel-durch-messer mm	Kabel-querschnitt (für eine Brückenseite) m²
ıcinnati .	1867	7	2 590	2	310	0,054
ooklyn .	1883	19	5 358	4	400	0,172
illiams-urgh . .	1903	37	7 696	4	470	0,287
nhattan .	1910	37	9 472	4	540	0,368
laware .	1926	61	18 666	2	760	0,362
dson . .	1932(?)	61	26 474	4	910	1,030

Die einzelnen Teile der Brücke

Für die Aufhängung des Versteifungsträgers sind beiden Fällen Drahtseile von 7 cm Dmr. vorgesehen mit Begründung, daß der verhältnismäßig schmale Flachverıd in der oberen Fahrbahn sich in wagerechter Richtung rformen wird und eine möglichst gleichmäßige Überıgung der wagerechten Kräfte auf die bedeutend ifieren Haupttragkabel durch die nicht biegungsfeste ilaufhängung am besten gewährleistet ist. Die Hängele werden in den Knotenpunkten des Versteifungsıgers in Abständen von 18,29 m (bei der Delawareicke rd. 6,30 m) mittels je vier Seile befestigt, die in hleifen über die Haupttragkabel oder die untersten uppen der Augenstabkette geführt sind, vergl. Abb. 9 12. Die Befestigung der acht Seilenden an den oberen hrbahnquerträgern wird in der üblichen Weise mit Verßköpfen durchgeführt, Abb. 13 und 14. Bei Wahl eines bels liegen die vier Seile in Richtung der Brückenachse bstand: 0,33 m, 0,66 m, 0,33 m), bei Wahl einer Kette nkelrecht dazu (Abstand zweier Gruppen von je zwei ilen 2,28 m).

Bemerkenswert ist, daß hier zum ersten Mal bei einer ößeren Hängebrücke der Versteifungsträger, lenfalls für den ersten Ausbau, als überflüssig erhtet wird. Die große Spannweite und das riesige Eigenwicht der Kabel oder der Ketten sollen genügen, um ine nennenswerte Durchbiegung infolge der verhältnisißig kleinen Verkehrslasten auftreten zu lassen; der im ersten Ausbau vorgesehene. reine Straßenverkehr, ne jegliche Schienenbahnen, ergibt ohnehin eine ziemlich eichmäßig verteilte Belastung.

Erst wenn die verkehrsanziehende Wirkung der Brücke n zweiten Ausbau erfordert, soll der Versteifungsträger

Abb. 9 und 10
Aufhängeseile und Kabelschellen bei Wahl von Haupttragkabeln

Abb. 11 und 12
Aufhängeseile bei Wahl von Augenstabketten

Abb. 13 und 14
Fahrbahnquerschnitt (dünne Linien, zweiter Ausbauzustand)

mit dem unteren Deck für die Schnellbahnen mit ihren schweren Einzellasten eingebaut werden. Durch Hinzufügen der Schrägen, Pfosten und eines Untergurtes — der Obergurt ist beim ersten Ausbau bereits eingebaut — wird der Versteifungsträger hergestellt, und zwar über den Mittelpfeilern nicht durchlaufend. Er dient dann lediglich dazu, örtliche Durchbiegungen der Kabel oder Ketten und somit der Fahrbahn infolge schwerer Einzellasten zu vermeiden und auf mehrere Hängeseilgruppen zu verteilen. Bei der Querschnittbestimmung ist in erster Linie die Knickfestigkeit maßgebend. Die Höhe des Versteifungsträgers beträgt nur 8,10 m; für die Mittelöffnung ergibt sich mithin das geringe Pfeilverhältnis von $^1/_{132}$. Die Obergurte dienen gleichzeitig als Gurte des bereits beim ersten Ausbau vorgesehenen Windverbandes. Der Knotenpunktabstand beträgt, wie schon erwähnt, 18,29 m; dazwischen sind steigende und fallende Schrägen angeordnet.

Den Brückenquerschnitt mit seinem Ober- und Unterdeck zeigen Abb. 13 und 14. Die 32,3 m langen, rd. 3,05 m hohen oberen Querträger sind, in ebenfalls 18,29 m Abstand, durch acht 1,71 m hohe Längsträger unter der Fahrbahn verbunden; die unteren Querträger von 2,13 m Höhe erhalten noch vier Längsträger von ebenfalls 2,13 m Höhe zur Aufnahme von Zwischenquerträgern mit 0,91 m Höhe in den Drittelpunkten.

Auf dem Oberdeck ergeben sich mithin drei nebeneinander liegende Fahrbahnen von 7,32 m, 12,18 m und 7,32 m, die durch zwei 1,83 m breite Fußwege begrenzt sind. Die vierspurige, mittlere Fahrbahn soll zuerst, die beiden seitlichen, zweispurigen, entsprechend dem Verkehrsbedürfnis, später ausgebaut werden. Beim zweiten Ausbau können durch Hinzufügung des Unterdecks bis sechs Schnellbahngleise oder weniger und dafür noch Straßenfahrbahnen eingebaut werden. Für die Straßenfahrbahn des Oberdecks ist eine 13 cm, an den Vouten 20 cm dicke Eisenbetonplatte mit längslaufender Profileisenbewehrung (etwa N.P.I. 15 entsprechend) vorgesehen, die sich über die in 1,52 m Abstand angeordneten Nebenquerträger spannt, vergl. Abb. 13. Die Schnellbahngleise des Unterdecks sind durch eine offene Konstruktion unterstützt.

Abb. 15
Brückenansicht von Fort Washington aus. Turmverkleidu[ng] ausgeführt (zweiter Ausbau beendet).

Die Haupttürme bestehen aus einem tragenden Stahlgerippe, das mit Beton und einer Steinverkleidung umhüllt wird, Abb. 15 und 16 bis 22. Während man bei den ersten Entwürfen durch die Verbundwirkung des Eisenbetons, jedenfalls für den zweiten Ausbauabschnitt, den Beton mit zum Tragen heranziehen wollte, ist dieser Plan fallengelassen und das Eisengerippe stark genug konstruiert, um für sich allein genügend Tragfähigkeit zu bieten. Beton und Mauerwerk brauchen also erst nach Verkehrseröffnung oder gar beim zweiten Ausbau hinzugefügt werden. Vom rein ingenieurtechnischen Standpunkt aus betrachtet, dienen sie mithin lediglich als Wetterschutz und zusätzliche Sicherheit, z. B. bei wachsenden Verkehrslasten. Die beim Bau der Delawarebrücke noch maßgebende Ansicht, daß das Stahlgerippe auch unverkleidet in schönheitlich einwandfreie Formen gebracht werden kann, ist somit hier verlassen und eine, wenn auch einfache und wirkungsvolle, zusätzliche, verhüllende Schmuckform gewählt, über deren bauliche Sachlichkeit sich streiten läßt.

Jedes Turmbein setzt sich aus acht, fachwerkartig miteinander verbundenen Säulen zusammen; je vier in Brückenachse, die am Kopfende näher zusammenrücken, vergl. Abb. 16 bis 22. Oberhalb und unterhalb der Fahrbahnen ist eine portalartige Verbindung geschaffen. Die einzelnen Säulen bestehen aus zellenartig zusammengenieteten Profileisen mit einer inneren Zellenweite von 88 cm. In Stromrichtung beträgt der Abstand der äußeren Pfosten am Fuß 61,30 m, am Kopf 55,62 m, winkelrecht dazu am Fuß 17,07 m, am Kopf 11,40 m.

Die Lager auf den Turmköpfen sind über der inneren Säulenreihe angeordnet und setzen sich aus Gußstahlteilen zusammen. Bei der Kabelausbildung ist jedes Lager auf zwei Lagen von Walzen von je 20 cm Dmr. gestützt, Abb. 23 und 24, die untere Walzenlage ruht auf einem genieteten Fuß. Bei der Kette besteht jedes Lager dagegen aus 4 × 4 Gruppen von Gußstahl-Pendelstützen in 3,90 m Abstand, Abb. 25 bis 27. Weitere Einzelheiten gehen aus Abb. 23 bis 27 hervor.

Abb. 16 bis 22 (oben)
Hauptturm-Stahlgerippe, unverkleidet

Abb. 23 und 24
Hauptturmauflager bei Wahl von Haupttragkabeln

Abb. 25 bis 27
Hauptturmauflager bei Wahl von Augenstabketten

Die Kabel oder die Ketten sollen auf der Seite von New Jersey durch Befestigung der einzelnen Stränge in 76 m langen, schräg in den natürlichen Felsen getriebenen Ankerstollen befestigt werden. Auf der New Yorker Seite muß dagegen eine Schwergewichtsverankerung aus Betonmauerwerk geschaffen werden, die in dem gleichen Abstand von den Haupttürmen wie die linksseitige, durch den Felsen in ihrer Lage bestimmte Verankerung, angeordnet ist. Dadurch soll ein symmetrisches Brückenbild geschaffen werden. Die anschließenden Rampen sind als Betonbogen weitergeführt.

Die Fundamente der Verankerungen und des östlichen Mittelpfeilers können im Trocknen ausgeführt werden; für den westlichen Pfeiler muß erforderlichenfalls eine Luftdruckgründung gewählt werden, da der Felsboden dort 30 m unter MHW liegt.

Für die statische Berechnung dieser Riesenbrücke sind die Verkehrslasten entsprechend einer wachsenden Belastungslänge vermindert, von der Erwägung ausgehend, daß eine volle Brückenbelastung sämtlicher Spuren auf die ganze Länge von 1463 m einen kaum jemals auftretenden Ausnahmefall darstellt. Für die Längsträger mit einer Belastungslänge von 18,29 m sind daher 46 t/m Brückenlänge für die Querträger, bei einer Belastungslänge von zwei Feldern, also 36,58 m, nur 28,7 t/m gewählt; für die Aufhängeseile bei einer Belastung über fünf Felder, also 91,44 m, sind dagegen bloß 26,8 t/m und schließlich für die Haupttürme, Kabel oder Ketten und Verankerung bei Vollast auf der ganzen Brückenlänge von 1463 m 11,9 t/m zugrunde gelegt. Es ist dafür jeweils der ungünstigste Fall der Vollbelastung von Ober- und Unterdeck gleichzeitig angenommen.

An Baustoffen werden drei Stahlsorten verwendet. Für die Hauptteile der Türme und des Fahrbahngerippes wird ein Siliziumstahl, voraussichtlich mit einem, mit St. Si verglichen, sehr geringen Siliziumgehalt, für die Füllungsstäbe der Türme und weni wichtigen Teile des Fahrbahngerippes ein gewöhnlic Kohlenstoffstahl verwendet. Bei Ausführung einer Au stabkette wird ein ausgeglühter Kettenstahl mit einer Br festigkeit von mindestens 7350 kg/cm² und einer Elas tätsgrenze von mindestens 5250 kg/cm² bei einer zulä gen Beanspruchung einschließlich Nebenspannungen 3500 kg/cm² vorgeschrieben. Bei Ausführung eines Ka ist dagegen ein kalt gezogener verzinkter Stahldraht mindestens 15 400 kg/cm² Bruchfestigkeit und mindes 10 500 kg/cm² Elastizitätsgrenze bei einer zulässi Beanspruchung ausschließlich Nebenspannungen 5740 kg/cm² vorgesehen. Schließlich ist bei den Gu des Versteifungsträgers im ersten Fall für die Mit öffnung ein Silizium-, für die Seitenöffnung gewö licher Kohlenstoffstahl, im zweiten Falle Nickel- c Siliziumstahl wegen der größeren Durchbiegung und hin auch größeren Beanspruchungen vorgeschrieben.

An Eigengewichtslasten hat dann die st sche Berechnung für eine Kettenbrücke in der Mit öffnung 74,4 t/m, in den Seitenöffnungen 83,4 t/m, für Kabelbrücke 58 und 60,5 t/m ergeben.

Die Kosten des gesamten Baues sind auf 75 Mil geschätzt, von denen auf den ersten Ausbau etwa 55 60 Mill. entfallen. Auch soll die Brücke, nach den ü Erwarten günstigen Ergebnissen der Zolleinnahmen der Delawarebrücke[5]), durch den Verkehr sich selbst zahlt machen. Für 20 Mill. $ Obligationen sind ber gezeichnet und dienen zur Ausführung der schon in griff genommenen Gründungsarbeiten des westlic Hauptturms und der Verankerung. Die Verkehrser nung ist im Jahre 1932 geplant. Der Entwurf der Brü stammt von O. H. Amman, dem Brückeningenieur New Yorker Hafenbehörde. [B 802

[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1210.

Armin Engelhard †

Am 5. Oktober verschied völlig unerwartet in Offenbach der Generaldirektor der Firma Collet & Engelhard, Dr.-Ing. E. h. Armin Engelhard, an einem Herzschlage, während er in gewohnter Frische und Lebendigkeit eine neue Maschine vorführte. Damit ist ein arbeitsreiches und erfolgreiches Leben viel zu früh für seine Firma und für den deutschen Werkzeugmaschinenbau zum Abschluß gekommen.

Der Verstorbene wurde 1869 in Offenbach geboren als vierter Sohn des Kommerzienrates Otto Engelhard. Nach praktischer Arbeit in der väterlichen Fabrik besuchte er die Technische Hochschule Karlsruhe. Nach Beendigung seiner Studien trat er 1893 in die väterliche Firma ein, der er über 30 Jahre lang seine ganze Arbeitskraft widmete. Seit 1899 war er in der Geschäftsleitung tätig; 1913 wurde er bei der Umwandlung der Firma in eine Aktiengesellschaft zum Generaldirektor ernannt.

Er erkannte frühzeitig, daß nur durch die Einschränkung des Bauprogrammes auf wenige Maschinentypen Erfolge möglich seien und verfolgte auch zäh den Gedanken der Vereinheitlichung von Maschinenteilen. Seit seinem Eintritt in die Leitung hat das Werk einen bedeutenden Aufschwung genommen. Die Zahl der Arbeiter stieg bedeutend, und große und mustergültige Neubauten entstanden. Auf dem Gebiete der schweren Bohr- und Fräswerke, der Sonderfräsmaschinen, der Kesselbohrwerke, beweglichen Bohrmaschinen, Sondermaschinen für den Lokomotivbau, für Eisenbahnwerkstätten und die Heizungsindustrie erlangte die Firma hohen Ruf. Mit beweglichem Geiste hat der Verstorbene alles Neue auf seinem Fachgebiete verfolgt und besonderes Interesse an wissenschaftlichen Untersuchungen bekundet.

Neben der Arbeit für seine Firma hat Armin En hard eine bedeutsame Tätigkeit im öffentlichen wirtschaftlichen Leben entfaltet. Er gehörte dem V ein deutscher Ingenieure seit 1897 an; 1919 bis 1921 er Vorsitzender des Frankfurter Bezirksvereines. war stellvertretender Vorsitzender des Vereins Deutsc Werkzeugmaschinenfabriken und Vorsitzender im V band Deutscher Metallindustrieller, Ortsgruppe Off bach. Er gehörte weiter dem Hauptausschuß der Arbe gemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure an und kleidete eine Anzahl Ehrenämter seiner Vaterstadt.

In Anerkennung seiner hervorragenden Verdien um die Entwicklung des deutschen Werkzeugmaschin baues, insbesondere auch dessen vorbildlicher Organi tion und weit vorausschauenden Normung, wurde ihm Jahre 1923 von der Technischen Hochschule Darmst die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. Er zei stets großes Interesse an der Entwicklung der Ho schule, war ein eifriges Mitglied der Vereinigung Freunden der Technischen Hochschule und nahm st regen Anteil an Arbeiten, die in den Laboratorien Hochschule ausgeführt wurden.

Nicht nur als Fachmann, sondern auch als Men wurde er von allen, die mit ihm in nähere Berühru traten, hoch geachtet. Sein frisches Wesen, die Echth seines Charakters, die Sachlichkeit und Lauterkeit sei Bestrebungen mußten Jeden für ihn gewinnen. Er ha ein warmes Herz für seine Arbeiter, die ihm volles V trauen schenkten. Ihre Anhänglichkeit zeigte sich rührender Weise bei seinem Tode.

Sein früher Heimgang traf seine Familie besond hart. Neben seiner treusorgenden Gattin trauern um vier Kinder, denen er ein lieber Vater und Vorbild tre Pflichterfüllung war. [P 926]

Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen

Von Dipl.-Ing. A. Hinderks, Hannover

Entstehung der Doppelquerwirbel in Krümmern durch Wandreibung, Versuchsergebnisse von Lell, Geschwindigkeitsrichtungen im Krümmer. Beschreibung der in der Versuchsanstalt für Grund- und Wasserbau der T. H. Hannover ausgeführten Versuche nach neuerem Verfahren. — Aus den Grenzschicht-Strombildern bei wirbelfreien Krümmern und Krümmern mit Wirbelräumen wird auf den Verlauf der Nebenströmung geschlossen. — Strömungserscheinungen an Schaufelprofilen.

i Untersuchungen von Strömungen in einem gekrümmten Rohr oder Kanal wird man im allgemeinen in Kanälen größerer Abmessungen und ;er Rauhigkeit zunächst eine reibungslose nicht mendrückbare Flüssigkeit voraussetzen. Bei An- ebener stationärer Strömung dieser Flüssigkeit Einführung eines Geschwindigkeits-Potentials Φ sich dann die Potentialkurven $\Phi(x, y) =$ konst. n, sowie Kurven $\Psi(x, y) =$ konst., die Stromlinien, ersteren senkrecht stehen; die Potentialfunktion Φ ie Stromfunktion Ψ genügen der Laplaceschen Difial-Gleichung und sind verbunden durch eine analy- Funktion Z, derart, daß $Z = f(z) = f(x + iy) =$ Ψ, daß also Φ reeller und Ψ imaginärer Bestandner beliebigen Funktion der komplexen Variablen $+ iy$ sind.

t diese Funktion bekannt, so läßt sich durch Netzagung das Strombild für den gesuchten Fall dar-, und man kann die Geschwindigkeitskomponenten v_y durch die Beziehung $\mathfrak{v} = \text{grad}\,\Phi$ aus einem an einem Punkte der Strömung bekannten Werte $\mathfrak{v}$ eln.

lange man sich also auf die Untersuchung der n Strömung beschränkt, wird man nach einer solchen exen Funktion suchen, die die Darstellung des und die Auswahl zweier passender Grenzstrom- als Kanalbegrenzungen gestattet; oder, man wird a, wo eine gegebene Kanalform für die rechnerische dlung zu schwierig erscheint, der bekannten zeichhen Methoden der Potentialtheorie bedienen, um die windigkeitsverteilung und den Energieverlauf längs Schnittes, einer Stromlinie oder einer Kanalwand ungsweise zu finden.

erartige Auswertungen von Versuchen sind mehrdurchgeführt, und Messungen nach verschiedenen hren haben gezeigt, daß bei Kanälen mit sanften ungen und glatten Wänden sowohl hinsichtlich der windigkeits- als auch der Druckverteilung für erste chlagrechnungen die aus der Theorie ermittelten benutzt werden können.

ür genauere Untersuchungen muß man beim Ausn der Meßergebnisse aber die physikalischen Eigenen des Wassers berücksichtigen, da bei der wirk- Strömung durch den Zähigkeitseinfluß eine Änderung trömungszustandes hervorgerufen wird. Vor allem die unterschiedliche Größenordnung der Wandg gegenüber der inneren Flüssigkeitsreibung, die der Hauptströmung die verschiedenartigsten strömungen überlagert werden. Eine rechnerische sung dieser Strömungserscheinungen ist zur Zeit nicht möglich, man kann bisher nur in besonders hen Fällen auf Grund bekannter hydraulischer Bengen über die Flüssigkeitsreibung den allgemeinen uf der Nebenströmung ermitteln und durch Versuch dene Werte des statischen Druckes oder der Gendigkeitsrichtung auf ihre Wirkung zurückführen.

a die Wandreibung mit dem Quadrat der Geschwinit wächst, wird der Druckverlust an der Krümmerwand bedeutend größer als an der Innenwand sein, nd im Innern der Flüssigkeit dieser Abfall von nach innen auch nicht annähernd so groß wird. Reibungsverlust überlagert sich dem Gleichgewichtsverlauf der ideellen Strömung als Zusatzdruck- e und ruft zunächst eine Nebenströmung in der schicht von der Krümmeraußenwand zur Krümmerwand hervor. Dadurch entsteht in den Mittelten des Kanals ein Gegenstrom, so daß sich ein elquerwirbel, Abb. 1 und 2, bildet.

iese Doppelquerwirbel in gekrümmten Kanälen sind angem bekannt und auch bereits hier und da, z. B. bei Staubabscheidern nützlich verwertet worden[1]). Im allgemeinen stellt aber die Nebenströmung eine Verlustquelle im Krümmer dar, die wegen ihres unbekannten Verlaufes schwer zu erfassen ist.

Mittels verdichteter Luft, durch Düsen mit feinen Bohrungen an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Schichthöhen eines Kreiskrümmers von 180° mit rechteckigem Querschnitt eingeblasen, hat Lell[2]) die Nebenströmungen sichtbar gemacht. Die Luftfähnchen geben die aus Neben- und Hauptströmung resultierende Geschwindigkeitsrichtung an und zeigen, daß die Nebenströmung tatsächlich als Doppelwirbel auftritt. Dabei ist die Ausbreitung der Nebenströmung auf die inneren Schichten ersichtlich. Da die Stromrichtung nur an einzelnen Stellen bestimmt wird, ist die Geschwindigkeitsverteilung nur ganz allgemein zu ermitteln.

Um nun ein genaueres Bild der Strömung in der Grenzschicht zu erhalten, habe ich bei Untersuchungen an Kanalkrümmern die Wände des Kanals, insbesondere die abnehmbare Deckplatte aus Glas, mit einer von Wasser schwer lösbaren Farbe — verschieden stark angerührte, weiße Öl- und Lackfarben — bestrichen. Bei ausreichender Geschwindigkeit wird dann die noch

Abb. 1 und 2
Doppelquerwirbel in einem Kreiskrümmer

nicht getrocknete Farbschicht in Form von winzigen Wirbeln nach ganz bestimmten Richtungen langsam weggeschwemmt. Besonders unter der Lupe ist die langsame Entstehung des Grenzschicht-Strombildes gut zu verfolgen.

Abb. 3 bis 6 stellen Versuche dar mit drei verschiedenen wagerecht liegenden Krümmermodellen. Die Modellabmessungen entsprechen einer von Grether[3]) untersuchten Krümmermodellgruppe, nur der Querschnitt des Kniekrümmers, Abb. 5, ist anders gewählt. Die Modelle sind in Holz hergestellt, sie konnten daher nicht so genau ausgeführt werden, wie die von Grether verwandten Messingmodelle. Innen wurden die Modelle jedoch sorgfältig geglättet, und man darf daher annehmen, daß die Druckverteilung hier angenähert so verlaufen wird, wie sie von Grether angegeben ist. Die Wassermenge konnte von rd. 3 auf 6,3 l/s, entsprechend 1,5 bis 3,1 m/s Geschwindigkeit gesteigert werden, jedoch wurden nur gute Strömungsbilder erzielt bei mittleren Geschwindigkeiten über rd. 2 m/s, entsprechend einer Wassermenge von 4 l/s. Eine Abhängigkeit des Strömungsbildes von der Geschwindigkeit konnte in dem untersuchten Bereich nicht festgestellt werden.

Die Versuchsanordnung für das Kreiskrümmermodell zeigt Abb. 7. Um die Störungen an der Übergangstelle von der Schlauchleitung zum Modell zu beseitigen, ist im

[1]) s. Isaachsen: Über die Wirkungen von Zentrifugalkräften in Flüssigkeiten und Gasen, „Zivilingenieur" 1896.

[2]) Lell: Beitrag zur Kenntnis der Sekundärströmungen in gekrümmten Kanälen, Diss. Darmstadt 1913.

[3]) H. Grether: Über Potentialbewegung tropfbarer Flüssigkeiten in gekrümmten Kanälen, Dissertation Karlsruhe 1908.

Abb. 3
Nebenströmung am Glasdeckel

Abb. 4
Nebenströmung am Holzboden

Abb. 3 und 4
Kreiskrümmer von 45 . 45 mm² Querschnitt, 145 mm mittlerem Krümmungshalbm. und 90° Krümmungswink

Abb. 5
Kniekrümmer von 45 . 45 mm² Querschnitt und 90° Krümmerwinkel

Ab
Hyp
krümm
45 mm
höhe,
mm² E
Ausla
schnit
87°
merv

Abb. 3 bis 6
Versuche an drei verschiedenen, wagerecht liegenden Krümmermodellen

Einlauf ein Gleichrichter aus dünnwandigen Messingröhrchen eingebaut worden. Bei einem Versuch ohne Gleichrichter zeigten die Farbfasern vom Einlauf an einen Schraubenwirbel, der eine Vorwirkung der Krümmung anzudeuten schien; der Gleichrichter beseitigt diese Einlaufstörung; Abb. 3 bis 6 zeigen, daß in der schicht die sekundäre Wirkung der Umlenkun Wassers erst kurz vor dem Krümmer sichtbar wir nach mehrfachen Messungen darf man dasselbe f inneren Schichten der Strömung als sicher annehm

Abb. 7
Versuchsanordnung für das Kreiskrümmermodell

Abb. 8
Abgewickelte Krümmeraußenwand

Abb. 9
Abgewickelte Krümmerinnenwand

Abb. 8 und 9
Farbstriche an den Wänden zeigen die Symmet der Wirbel zur Mittelschicht der Strömung

Abb. 3 und 4 zeigen die Nebenströmung je an dem deckel und am Holzboden des Kreiskrümmermodells bringen den Nachweis, daß die Nebenströmung sich Doppelwirbel ausbildet. An den Seitenwänden Krümmers waren nach beendetem Versuch rdem Farbstrichzeichnungen zu erkennen, Abb. 8 9, aus denen die Symmetrie der Wirbel zur Mittel- :ht der Strömung hervorgeht.

An der Innenwand, in der Nähe des Krümmerscheitels, gen sich die Grenzschichtstromlinien, wo infolge der nmerprofilausbildung eine starke Beschleunigung Wassers in den der Innenwand benachbarten Strom- n einsetzt, stark zusammen, Abb. 3 bis 6, 12 und 13. zur Innenwand strömende Wasser der Nebenströmung hier für die Beschleunigung mitverwandt und setzt von den äußeren Stromfäden mitgebrachte höhere ckenergie teilweise in Geschwindigkeit um. Es be- t also hier noch kein Grund für ein Zurückströmen Wassers in der Mittelschicht nach der Außenwand, man muß annehmen, daß vor dem Scheitel nur die dschichten an der sekundären Bewegung beteiligt .

Der eigentliche Doppelwirbel entsteht erst im Gebiet i dem Krümmerscheitel, in dem außen eine Beschleu- ing, innen eine Verzögerung des Wassers auftritt, die Geschwindigkeitsverteilung wieder gleichmäßig orden ist. Da an der Wandung auch in diesem Ge- die Nebenströmung nach wie vor von der Außen- zu Innenwand verläuft, so wird jetzt in den mittleren chten ein Nachfließen in gegenläufigem Sinne statt- en und durch Mitschleppen der Kernschichten der pelwirbel der gesamten Fließmenge zustande kom- . Wo dieser Zustand eintritt, ist bisher nicht gestellt worden und wird von der Krümmung der alwände und der Querschnittausbildung abhängen. den von Lell veröffentlichten Aufnahmen scheinen n kurz hinter dem Krümmerscheitel die Luftfähnchen 0 mm Schichthöhe — der ganze Kanal ist 100 mm, ein rwirbel also etwa 50 mm hoch — eine kleine Ablenkung n innen zu haben, so daß hier bereits die Nebenwirbel ktisch voll ausgebildet sein könnten; genaueres ist ich aus den Aufnahmen nicht zu schließen.

Die Arbeit zur Erzeugung der Quergeschwindigkeit da die Wirbel hinter der Krümmung allmählich wieder schwinden, als Verlustarbeit zu betrachten. Sie wird je der Form des Krümmers einen mehr oder weniger 3en Anteil des Gesamtverlustes darstellen und darf da- bei dessen Bestimmung keineswegs vernachlässigt wer- . Der Versuchstand des Verfassers war für Verlust- rsuchungen nicht eingerichtet.

Von Lell ist an dem erwähnten Krümmermodell die ickverteilung genauer untersucht worden. Abb. 10 11 zeigen die Druckverteilung über der Krümmer- enwand. Man sieht, wie vor dem Krümmerscheitel der ick in der Mittelschicht, also im Gebiet stärkster Be- leunigung sinkt; sobald sich aber der Querwirbel voll gebildet hat, zeigt sich ein wachsendes Ansteigen in Mittelschicht, die nach Abb. 1 und 2 als Folge der

Abb. 10 und 11
Untersuchung der Druckverteilung an einem Krümmermodell durch Lell

Abb. 12 und 13
Durch Holzschablonen mit Blechverkleidung gebildete Krümmer, die vorn mit Glas abgedeckt sind.

Krümmerwirkung der beiden gegeneinander fließenden Sekundärströme zu erklären ist.

Für genauere Untersuchungen fehlt noch ein brauchbares Verfahren für die Ermittlung der Fließrichtung in den inneren Stromschichten.

Die Krümmer, Abb. 12 und 13, sind durch Holzschablonen mit Blechverkleidung gebildet und vorn mit Glas abgedeckt. Die Stromprofile sind in den Abbildungen durch schwarze Umrandung gekennzeichnet. Die Aufnahmen sind während des Versuchs gemacht.

Der Krümmer, Abb. 12, hat einen senkrechten Einlauf und wagerechten Auslauf in die Atmosphäre. Der engste Querschnitt beträgt $82 \times 302\ \mathrm{mm}^2$, die durchfließende Wassermenge rd. 85 l/s. Eine oberhalb liegende, nicht sichtbare gekrümmte Zuleitung ruft im Einlauf eine starke Schräglage der Wandstromlinien hervor. Die Anhäufung der Wandstromlinien vor dem Krümmerscheitel ist deutlich zu erkennen. Die Strahlverbreiterung am Auslauf, die schon verschiedentlich in der Literatur erwähnt wird[4]), erstreckt sich nicht über den ganzen austretenden Strahl, sondern nur auf die der Vorder- und Hinterwand des Modellkastens benachbarten Wasserschichten. Auch sie ist eine Folge der Querströmung; die Nebenströme finden hier keine Krümmerinnenwand vor, die sie zu einem Abbiegen nach innen zwingt, und rufen daher eine seitliche Verbreiterung des austretenden Strahles hervor.

Das zweite Modell, Abb. 13, hat einen senkrechten Auslauf in die Atmosphäre. Naturgemäß hat hier die Nebenströmung die entgegengesetzte Wirkung; da die Schwerkraft hier nicht bewirkt, daß der ganze Querschnitt von Wasser erfüllt bleibt, dringt die Luft keilförmig in den Auslauf hinein. Neben den scharf sichtbaren Strahlen ist in dem Gebiet, wo Luft vorhanden ist, der Farbstoff fast im ursprünglichen Zustand haften geblieben und nur durch Wasser-Luft-Spritzer etwas verwaschen.

Zu noch eigenartigeren Erscheinungen führt die Querstromdarstellung in der Grenzschicht bei Krümmungen, in denen infolge der Formgebung Wirbelräume auftreten. In zwei solchen Fällen, Abb. 5 und 6, ist eine Rückströmung in der Grenzschicht zu beobachten sowohl an der Außenkrümmung im Gebiet des Krümmerscheitels und auch an der Innenkrümmung kurz hinter dem Scheitel. Wie weit sich an der Außenkrümmung die Rückströmung auf die von der Wandung entfernteren Schichten ausbreitet, ließ sich aus den Versuchen nicht entnehmen.

Der bei dem Kniekrümmer, Abb. 5, an der Innenwand entstehende Wirbeltotraum wird nun in den mittleren Schichten bedeutend größer als in der Grenzschicht

[4]) s. Isaachsen: Über einige Wirkungen von Zentrifugalkräften in Flüssigkeiten und Gasen, „Zivilingenieur" 1896.

Abb. 14
Strömungsverlauf im Querschnitt hinter dem Scheitel des Kniekrümmers

Abb. 15
Stromverlauf an der Innenwand eines Kniekrümmers, nach einem Versuch gezeichnet

sein, da im Innern das Wasser mit größerer Geschwindigkeit über den Krümmerscheitel hinausschießt. Im Querschnitt hinter dem Scheitel würde dann die Grenze zwischen dem Hauptstrom- und dem Wirbelraum etwa nach der Linie a—a, Abb. 14, verlaufen. Im Hauptstromgebiet möge zunächst V_s die normale Nebenstromrichtung andeuten. Im Wirbelraum herrscht eine starke Rückströmung zum Scheitel hin, Abb. 5, 6 und 15. In dem in Abb. 14 schraffierten Gebiet dürfte die rückwärts gerichtete Geschwindigkeit bedeutend größer sein als in den Profilecken, so daß bei *A*, *B* und *C* ein verstärkter Druckabfall durch Reibungsverluste auftreten müßte und die Richtung der im Wirbelraum beobachteten Querkomponenten v_s der Wandströmung erklärt wäre. Wie weit sich dabei die normale Nebenströmung im Hauptstromraum noch ausbildet, ist nicht ohne weiteres zu entscheiden. Anscheinend wird die Querkomponente v_s, sobald sie das durch Schraffur gekennzeichnete Gebiet erreicht, durch die Rückströmung vernichtet. In größerer Entfernung von dem Krümmerscheitel und in dem aus dem Kanal frei austretenden Strahl habe ich sogar eine vollkommene Umkehrung der Nebenströmung beobachtet. Dies dürfte auf die Wirkung der an der Krümmerinnenseite in einiger Entfernung nach dem Scheitel abschwimmenden Wirbel zurückzuführen sein. In diesem Gebiet wird die Geschwindigkeit außen größer sein und

die Querströmung daher infolge vermehrten Reibung
lustes an der Wand in die angedeutete Richtung ge
werden.

Die Wände des Hyperbelkrümmers, Abb. 6, sin
Grenzstromlinien aus einem Potentialnetz passend
gewählt und asymptotisch in parallele Wände überge
Die theoretische Strömung ist durch die Funktion
Netzes vollkommen bekannt, die Linien gleichen Dr
und gleicher Geschwindigkeit bilden konzentrische K
um den Asymptotenschnittpunkt. Die Ergebnisse der D
messung an einem Krümmer dieser Form von Gr
zeigen nun eine starke Abweichung von den theoreti
Werten, und bei turbulenter Strömung hat der Hype
krümmer trotz kleinerer mittlerer Geschwindigkei
Gebiet des Krümmerscheitels keinen geringeren D
verlust als der Kreiskrümmer.

Aus dem Strombild der Grenzschicht ist dieses
günstige Ergebnis recht verständlich; die Wandströ
des Hyperbelkrümmers zeigt eine starke Verwandts
mit der des Kniekrümmers. Das strömende Wasser
den erweiterten Scheitelquerschnitt nicht voll aus, so
es bildet sich ein Wirbelraum, der dann ganz ähn
Nebenströmungen wie beim Kniekrümmer hervorb

Wie besonders neuere Arbeiten zeigen[5]), können
Durchfluß des Wassers durch die Leit- und Lau

[5]) s. Hydraulische Probleme, Berlin 1926.

Abb. 16
Relative Bewegung des Wassers in der Grenzschicht der Nabe und der Schaufeln eines Propellerlaufrades

Abb. 17
Absolutströmung am festen Außenkranz des Laufrades

Abb. 18
Nachbildung einer Versuchseinrichtung von Föttinge

ile von Turbinen und Pumpen Nebenströmungen das
reten von Anfressungen der Kanalwände begünstigen.
Einige in dieses Gebiet fallende Versuchsergebnisse
en Abb. 16 bis 18, die nach beendetem Versuch gemacht
den sind. Abb. 16 zeigt die relative Bewegung des
ssers in der Grenzschicht der Nabe und der Schaufeln
s Propellerlaufrades. Das Modell, ein Versuchs-
hen der Amme-Luther-Werke, Braunschweig, arbeitete
rend des Versuches im Bereich der Hohlraumbildung,
gefährdeten Stellen sind auf der Unterseite der Schau-
sichtbar; die Richtung der Strömung und die Ausbil-
g von Wirbeln an den Schaufelansatzstellen sind deut-
zu erkennen. Abb. 17 gibt die Absolutströmung an
dazugehörigen festen Außenkranz wieder.

Eine Versuchseinrichtung von Föttinger[6]) ist vom
fasser in anderem Maßstabe nachgebildet, Abb. 18, und
r ist ein Kanalquerschnitt von 45×45 mm² gewählt,
Länge des Schaufelprofils beträgt 32 mm, seine größte
ke 3 mm, die Wassergeschwindigkeit liegt zwischen
d 4 m/s.

[6]) s. Hydraulische Probleme, S. 38.

Bei den von Föttinger angegebenen Versuchen wurde mit Geschwindigkeiten bis zu 50 m/s gearbeitet. Hierbei zeigten sich starke Anfressungen an der Glasplatte. Als die Stelle stärkster Korrosion wird das Gebiet hinter der Schaufel angegeben, in dem sich unter Wirbelbildung die Stromfäden wieder zusammenschließen, und in geringerem Maße das Gebiet vor der Eintrittskante.

Bei dem vom Verfasser durchgeführten Versuch zeigt das Strombild, daß vor der Schaufel der Farbstoff fast ganz abgerissen ist, woraus man auf eine stark schabende Reibungswirkung schließen kann; in dem Gebiet hinter dem Rückenwirbel der Schaufel dagegen entstehen in einem quellenartigen Gebiet neue Grenzschicht-Stromlinien, die sich mit den seitlich am Profil vorbeiströmenden Linien zu einem regelmäßigen Strombild vereinigen. Hier scheinen Verdichtungsstöße infolge Zusammenstürzens des hinter der Schaufel liegenden Hohlraumes aufzutreten, die durch dauernde Schlagwirkung die Anfressungen an der Wandung hervorrufen. Das Verfahren scheint also geeignet, auch für die Klärung dieser technisch wichtigen Fragen einen Beitrag zu liefern. [B 732]

Steinkohlenschwelung nach Turner und Plaßmann

Zu den zahlreichen Verfahren zur Schwelung von Stein-
le und andern bituminösen Brennstoffen sind in letzter
zwei neue gekommen, die sich in längerem Versuchs-
iebe unter Durchsatz größerer Mengen bewährt haben:
Schwelverfahren von Turner und das von Plaß-
nn. Während das Turner-Verfahren ein einigermaßen
kiges Aufgabegut verlangt und durch besondere An-
lung sämtliche flüssigen Kohlenwasserstoffe ohne
Krackverluste gewinnen will, ist das Plaßmannsche Verfahren bestrebt, neben möglichst großer Teerausbeute aus minderwertigen Kohlen vor allem einen festen stückigen Schwelkoks zu gewinnen.

Das Turner-Verfahren wird von der Firma The Comac Oil Co., Ltd., Coalburn, Lanarkshire, in einer Versuchsanlage für 25 t in 24 h angewendet[1]), Abb. 1. Die zu schwelenden Kohlen gelangen in der Anlage, die in einem rd. 20 m hohen Gebäude untergebracht ist, durch ein Becherwerk in den Aufgabebunker *a* und von hier in abgemessenen gleichen

[1]) „Engineering" Bd. 123 (1927), S. 558.

Abb. 1 Versuchsschwelanlage nach dem Turner-Verfahren

RZ 199 Z1

a Aufgabebunker
b Vorheizkammer
c Retorte
d Austragschraube
e Zwischenkammer
f bewegliche Austragrinne für Schwelkoks
g Rohr für Schwelgas
h selbsttätiges Druckventil
i Paraffinabscheider
k_1 k_2 k_3 wassergekühlte Kondensatoren
l Ölscheider
m Ölvorratbehälter
n Dampfaustrittleitung
o Wasseraustrittleitung
p Kühlwasserpumpe
q Paraffinabzapfleitung
r Kühlwasseraustritt
s Wasserbehälter für *t*
t Dampfkessel
u Dampfeintritt
v_1 bis v_4 Ventile
w Antriebmotor mit Übersetzungsgetriebe
x Hauptkette zum Schließen der Ventile
x_1 bis x_4 Zahnräder zum Schließen der Ventile v_1 bis v_4
y Kette zum Drehen der Ventile
y_1 bis y_4 Zahnräder zur Übertragung der Drehbewegung auf die Ventile v_1 bis v_4
z Antrieb für die Austragschraube *d*

Mengen über das Ventil v_1 in die Vorheizkammer *b*. Nach kurzer Zeit läßt das jetzt geöffnete Ventil v_2 die Kohle in die eigentliche Retorte *c* zu der übrigen, schon der Schwelung unterworfenen Kohle hinzufallen. Am unteren Ende der Retorte trägt die in 18 bis 20 min eine Umdrehung ausführende Austragschraube *d* den Schwelkoks langsam aus, der bei geöffnetem Ventil v_3 in die Zwischenkammer *e* und von dort durch die bewegliche Austragrinne *f* zum Ablöschen und zum Sieben geht.

Die erforderliche Wärme wird als überhitzter, niedrig gespannter Dampf bei *u* am Unterteil der Retorte *c* eingeführt. Beim Aufsteigen durch die Beschickung macht er die flüchtigen Kohlenwasserstoffe aus der Kohle frei, die dann am Kopf der Retorte durch das Rohr *g* zusammen mit dem jetzt aus Sattdampf bestehenden Wärmeträger entweichen. Das an dem äußeren Ende dieses Rohres liegende Ventil *h* bildet einen wesentlichen Bestandteil der Anlage. Es wird mit Hilfe eines besonderen Dampfzylinders in Abständen von etwa 8 bis 10 s geöffnet und geschlossen. In diesem Zeitraum kann der Dampfdruck im Innern der Retorte auf etwa 1,4 bis 1,6 at abs steigen. Bei dem schnellen Öffnen des Ventils tritt eine plötzliche Druckverminderung innerhalb der Retorte ein, die ein augenblickliches Freiwerden der Kohlenwasserstoffe aus der Kohle bewirkt und diese in einer schützenden Dampfhülle mit großer Geschwindigkeit in kühlere Zonen abführt. Durch diese Art der Abführung der Schwelerzeugnisse ist die gesamte Menge an flüssigen Kohlenwasserstoffen greifbar; die bei andern Verfahren auftretenden Kosten für die Aufbewahrung, Behandlung usw. der gasförmigen Erzeugnisse sind also nicht vorhanden.

Abb. 1 zeigt die Kondensationsanlage. Die Ventile v_1 bis v_4 werden gemeinsam durch die Kette *x* und die Übertragungsgetriebe x_1 bis x_4 nacheinander betätigt. Eine zweite endlose Kette *y* mit den Übertragungsgetrieben y_1 bis y_4 dreht die Ventile in bestimmten Zeitabständen, um die völlige Gasdichtigkeit der ganzen Anlage zu wahren. Die Retorte ist aus Gußeisenplatten aufgebaut, die sich durch die Einwirkung des überhitzten Dampfes schnell mit einer widerstandsfähigen Schicht überziehen, die jede Vermauerung im Innern der Retorte unnötig macht.

Das Plaßmann-Verfahren ist von der Chemisch-Technischen Gesellschaft m. b. H., Duisburg (CTG), ausdrücklich zur Veredlung besonders von geringwertigen Brennstoffen entwickelt worden[2]). Die Beschickung des als Rundzellenofen ausgebildeten, stetig betriebenen Ofens wird in vollkommener Ruhe unter bestimmtem, die Gefügebildung des Schwelkokses günstig beeinflussenden Druck verschwelt. Der ganz aus Eisen erbaute Ofen, Abb. 2 und 3, besteht aus fünf, im Innern in zahlreiche miteinander in Verbindung stehende Kammern unterteilten Hohlzellen, die durch die Heizgasleitung *c* gleichmäßig von Heizgasen durchströmt werden. Die Heizgase werden durch den die Heizgasleitung *c* umgebenden Zylinder *d* in die Abgasleitung *e* abgelassen. Der ortfeste Rundzellenofen ist von dem auf den Rollen *g* laufenden Blechmantel *f* umgeben, der in Verbindung mit dem in die Ringtasse *i* tauchenden Blechring *h* trotz der mechanischen Beweglichkeit des Mantels dem Ofen einen sicheren Abschluß gegen die Außenluft verleiht.

Die zu verarbeitende Rohkohle gelangt aus dem Vorratbehälter *t* mittels der Förderschnecke *v* in den Sammelschacht *w*, in dem die vier wagerechten Schnecken *x* zwischen je zwei Hohlzellen *b* verlegt sind. Die durch die Kegelräder *y* von der senkrechten Welle *z* angetriebenen Förderschnecken *x* pressen die Kohle in Verbindung mit dem Führungsblech d_1 unter bestimmtem Druck in den zwischen zwei Hohlzellen gebildeten Beschickungsraum. Der fertig geschwelte Koks wird durch den unmittelbar neben dem Schneckenführungsblech d_1 liegenden schweren Austragkeil g_1 aus den einzelnen Rundzellen in den Koksschacht i_1 ausgetragen. Der infolge des auf die Beschickung ausgeübten Druckes stückig anfallende Koks fällt in die ortfeste Rinne *m* und wird von hier durch Kratzer in die Rutsche *s* und durch eine Schleuse oder einen Wasserverschluß unter Abschluß der Luft ausgetragen. Die Schwelgase werden aus dem Ofen durch den Sammelzylinder *k* und die Leitung *l* zur Kühl- und Waschanlage abgesaugt. Der Ofenmantel macht je nach der Beschaffenheit der zu verschwelenden Kohlen eine Umdrehung in 5 bis 6 h. Der anfallende Schwelkoks und Urteer ist nach den Ergebnissen der seit September 1925 betriebenen Versuchsanlage der

[2]) „Brennstoffchemie" Bd. 8 (1927) S. 183.

RZ 799 Z2u.3

Abb. 2 und **3**
Schwelanlage nach dem Plaßmann-Verfahren

a Gründung
b Hohlzellen
c Heizgasleitung
d Abgaszylinder
e Abgasleitung
f Blechmantel
g mit Doppelflansch ausgerüstete Rollen
h Blechring
i Ringtasse
k Ringkammer
l Schwelgasleitung zur Kühl- und Waschanlage
m ringförmige Koksrinne
n nach außen gebogener Ring
o Zahnkranz
p Schneckentriebvorgelege
q Ritzel
r Rollen mit angehängten Kratzern
s Rutsche für Koks
t Kohlenvorratbehälter
u im Kreise drehbare Rinne
v Kohlenförderschnecken
w Sammelschacht
x wagerechte Förderschneck
y Kegelräder
z senkrechte Welle
a_1 Elektromotor
b_1 Schneckengetriebe
c_1 Vorgelege
d_1 Führungsblech
e_1 Stahlblechstreifen
f_1 wagerechte Stege
g_1 Austragkeil
h_1 Führung
i_1 Koksschacht
k_1 Öffnungen für Schwelgase

CTG bei Duisburg von guter Beschaffenheit. Die günstig Ergebnisse mit diesem Ofen haben zum Bau eines groß Rundzellenofens geführt, der täglich 50 t Staub durchse
[M 799] Pr

Der Fiat-Ofen in der Stahlformgießerei

Von Dipl.-Ing. E. Widdel, Magdeburg

Umstellung einer Kleinbessemerei auf Elektrostahlbetrieb — Beschreibung des Fiat-Ofens — Wirkungsweise der elektrischen Einrichtung — Versuche über Wirtschaftlichkeit der Schmelzleistung — Schrotbeförderung — Betriebszahlen

Abb. 1 bis 3
Anordnung der Ofenanlage

a Transformator
b Ofenwärterraum
c Zelle für ankommendes Kabel
d „ „ Meßwandler
e „ „ Hauptölschalter
f „ „ Drosselspule
g „ „ Überbrückungsölschalter
h „ „ Dreieckschalter
i „ „ Sternschalter
k Schlackengrube
l Ofen

RZ524Z1÷3

Als vor rd. 20 Jahren die Firma Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau, in der alten Garrett-Smithschen Fabrik für ihren eigenen Bedarf e Stahlgießerei einrichtete, da ahnte wohl niemand, daß Nachfrage nach Stahlgußarmaturen sich so schnell steigern würde. Die nach dem Weltkriege einsetzende Entklung der Dampferzeugung für hohe und höchste icke und Temperaturen brachte ganz andre Fordegen an die Stahlgußarmaturen hinsichtlich der Menge l auch vor allem der Güte.

Die Firma Schäffer & Budenberg wendete bis zur Einrung des elektrischen Schmelzverfahrens in ihrer Stahlßerei das Klein-Bessemer-Verfahren an. Sie hat zu sem Zweck zwei Kuppelöfen von je 4 t Stundenleistung l drei Klein-Bessemer-Birnen von je 2 bis 3 t Fassungsmögen. In den Öfen wird ein Stahlformguß erzeugt, den Anforderungen, die bezüglich der Güte an Armaen für höchste Drücke gestellt werden, gerecht wird, allem hinsichtlich der physikalischen Forderungen, o Bruchfestigkeit, Streckgrenze, Dehnung, Kerbzähigt und Biegung.

Die Hauptschwierigkeiten bietet in der Bessemerei die seitigung des Phosphors und des Schwefels im Stahl. Beim Niederschmelzen der Roheisen-Schrot-Mischung Kuppelofen wird durch den Schmelzkoks der Schwefel der Schmelze angereichert. Ein Abbrand des Phosphors der Bessemerbirne, die nach dem saueren Verfahren eitet, erfolgt nicht, des Schwefels in nur ganz geringem, um nennbarem Maße. Will man also einen einigerßen reinen Werkstoff erhalten, so muß von vornherein zur Stahlerzeugung erforderliche Roheisen möglichst nig Phosphor und Schwefel enthalten, der Schrot mögnst frei von diesen Bestandteilen und schließlich der ll- und Schmelzkoks möglichst frei von Schwefel sein. ese Forderung bedingt natürlich teure Rohstoffe und ßerdem sorgfältige Überwachung des ganzen Schmelzrganges, abgesehen von allen andern Umständlichiten des Bessemer-Verfahrens.

Als daher vor einigen Jahren die bisherige Stahlerzeungsanlage erneuert werden sollte, mußte man ernstlich vägen, ob das bisherige Verfahren beizubehalten war. Wohl gab der Gedanke an die Umstellung des Betriebes auf ein andres Verfahren zu allerlei Bedenken Anlaß, diese mußten aber vollkommen zurücktreten gegenüber den Forderungen nach Erhöhung der Leistungsfähigkeit, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, der Güte des Werkstoffes und des gleichmäßigeren Flusses der Arbeit. Eine reine Steigerung der Erzeugungsmenge ließ sich auch noch in der Bessemerei erreichen, wenn auch mit Schwierigkeiten. Man mußte sich aber vor allem von dem Ankauf hochwertiger und teurer Rohstoffe freimachen, ferner die Arbeitsverfahren verbilligen und die aufzuwendenden Lohnsummen verringern. Zugleich mußte danach getrachtet werden, die zahlreichen Abfälle in den mechanischen Werkstätten an Drehspänen, Schrot und dergl. im eigenen Betrieb wieder zu verwenden und mit Sicherheit hochwertige Werkstoffe hieraus zu erzeugen.

Die Art der Herstellung erfordert zum größten Teil sehr dünnwandige Stücke, die nur mit heißem Stahl vergossen werden können. Man hätte hierzu auch heißlaufende Siemens-Martin-Öfen verwenden können; infolge der überragenden Eigenschaften des Elektrostahles nahm man davon Abstand, solche Öfen aufzustellen. Den nicht geringsten Grund für die Entscheidung gab die Forderung eines großen Teiles der Abnehmer nach Elektrostahlguß.

Seit dem Jahre 1907 hat sich der Elektroofen in der Stahlgießerei Eingang verschafft. Er wird heute in allen Zweigen der Gießerei als Schmelzofen benutzt. Der Grund hierzu liegt in den Vorteilen, die die Elektrizität als Wärmequelle bietet. Die große Reinheit der Wärmequelle und ihre chemische Indifferenz ermöglichen bei Verwendung minderwertigen Einsatzes die Durchführung weitgehender Raffination und vermindern den Abbrand. Die Verwendung des elektrischen Stromes als Wärmequelle gewährleistet eine genaue und rasche Regelung der Temperatur des flüssigen Bades. Ein weiterer Vorteil der Lichtbogenöfen ist die hohe Betriebsbereitschaft und damit die leichte Anpassung an wechselnde Betriebsverhältnisse.

Man hat die Bauart Fiat gewählt, die von der Demag in Gemeinschaft mit der AEG hergestellt wird. Der Ofen ist für 5 t festen Einsatz basisch ausgelegt und dient

Abb. 4
Ofen in Kippstellung

Abb. 5
Rückansicht des Ofens; Schafftür.

zur Herstellung von hochwertigem Stahlformguß aus Stahlgußspänen, Stahlgußbruch und Schrot. Den Strom liefert das Elektrizitätswerk der Stadt Magdeburg mit einer Drehstromspannung von 10 000 V bei 50 Per./s.

Die Unterbringung der Anlage, Abb. 1 bis 3, in dem vorhandenen Gebäude zeigt, auf welch engem Raum eine Elektroofenanlage im Gegensatz zu allen andern Schmelzöfen zusammengedrängt werden kann, ohne die Uebersichtlichkeit zu verlieren und die Bedienung zu erschweren. Die elektrische Einrichtung ist in drei Stockwerken untergebracht. Auf die Gesundheit der Arbeiter und auf kurze Laufwege wurde Rücksicht genommen; besondern Wert legte man auf kurze und bequeme Leitungsführung, insbesondere zwischen Transformator und Ofen, und auf gute Übersichtlichkeit der Anlage.

Im Kellergeschoß, in unmittelbarer Nähe des Ofens, befindet sich der Transformator mit Ölrückkühlanlage. Etwas über Hüttenflur erhöht liegt der Ofenwärterraum, in dem sämtliche Geräte und Instrumente, die zur Bedienung und Überwachung der Ofenanlage dienen, untergebracht sind. Der Raum ist durch eine Glaswand vom Ofenraum getrennt, um von hier aus alle Vorgänge am Ofen gut beobachten zu können, so daß ein besonderer Steuermann überflüssig ist.

Im Zwischengeschoß sind die Umformer für die Elektroden-Reglermotoren und für die Schrot- und Späneförderanlage und im dritten Geschoß die Hochspannungsschaltanlage und die Meßgeräte des Elektrizitätswerkes untergebracht. Die Hochspannungsschaltanlage enthält die Schaltgeräte, die von der Ofenwärterkabine aus ferngesteuert werden, die Meßwandler und eine überbrückbare Drosselspule. Der Bedienungsgang der Schaltanlage ist vom eigentlichen Hochspannungsraum durch eine Wand vollständig abgeschlossen. Die Geräte können nach der dem Bedienungsgang gegenüber liegenden Wand ausgefahren werden.

Beim Demag-Fiat-Ofen hat man jede der drei Elektroden mit einer fernrohrartigen Konstruktion umgeben, die auf der ganzen stromführenden Länge der Elektroden zwischen Klemme und Deckelgewölbe als Kühl- und Dichtungsvorrichtung dient. Sie schließt also nicht nur die Elektrodendurchführung durch das Deckelgewölbe vollkommen gasdicht ab, sondern gestattet auch die Einführung von Wasser zum Kühlen der Elektroden. Die K[ühl-] und Dichtungsvorrichtung mit Ausziehrohr hat e[inen] weiteren Vorteil darin, daß sie das Wachsen des Dec[kels] durch ihre Nachgiebigkeit nicht behindert. Infolge [des] gasdichten Abschlusses und der Kühlvorrichtung ist [der] Elektrodenverbrauch sehr gering.

Die drei Elektrodenarmaturen sind in einer Brüc[ken-] konstruktion zusammengebaut, die während des Betri[ebes] begehbar ist, Abb. 4. Bei Verwendung bester ame[rika-] nischer Graphitelektroden erreicht man bei verhältnism[äßig] kleinen Querschnitten hohe Leistungsfähigkeit.

Da auch die Schafftür, Abb. 5, infolge eines was[ser-] gekühlten Türrahmens, dessen oberer Querbalken d[urch] das ganze Mauerwerk in den Ofen hineinführt, sehr d[icht] schließt, tritt während des ganzen Schmelzvorganges [dauernd] haft Gas unter der Tür aus, die deshalb um einen kle[inen] Spalt offen gehalten wird. Der Ofen arbeitet also u[nter] Druck; während des Ofenganges wird keinerlei Luft [an-] gesaugt.

Gegenüber der Schafftür befindet sich über der G[ieß-] grube die Auslaufschnauze. Der ganze Ofen mit Brüc[ke]

Abb. 6
Förderanlage für Späne und Schrot

au ist nach dem Abwälzverfahren kippbar eingerichtet
wird zum Ausgeben des Stahles in die Gießpfanne
vorn gekippt, Abb. 4.

Der Ofen, der sich seit dem 19. November 1926 un-
rbrochen im Betriebe befindet, ist basisch zugestellt,
zwar sind der Herd und das Futter in Dolomit auf-
mpft. Das Deckelgewölbe besteht aus Silikaform-
en. Der Deckel ist leicht auswechselbar eingerichtet.
zweiter Deckelring liegt stets ausgemauert bereit. Die
enungsbrücke wird zum Auswechseln des Deckels mit
gesamten Elektrodenarmatur mit einem Kran abge-
n. Hierzu sind nur vier Keile und die Steckkontakte
stromführenden Kabel sowie einige Schläuche für die
serkühlung zu lösen. In rd. 1 h kann man das Deckel-
ölbe auswechseln.

Die von der Firma C. Rudolph & Co., Magdeburg-N.,
ferte Förderanlage für Späne, Steiger, Bruch und
ot, Abb. 6, ist als Hängebahn mit Führersitzkatze und
hebemagnet ausgebildet. Mittels der Anlage werden
Rohstoffe für die Stahlerzeugung aus den Eisenbahn-
en in die einzelnen Bunker entladen und die Späne-
leinerungsanlage bedient; ferner werden mit der Hänge-
n die Rohstoffe an den Ofen gebracht und die Schlacke
dem Schlackenkeller entfernt.

Das für die Kühlung des Ofenmantels, der Schafftür,
Elektrodenarmatur und des Transformatoröles erfor-
iche Kühlwasser wird einem Brunnen entnommen und
h einen Sickerschacht wieder rückgekühlt.

Abb. 7
Schaltbild der Ofenanlage

rennschalter
auptölschalter
fentransformator
lschalter für Dreieckschaltung
" " Sternschaltung
" " Überbrückung der Drosselspule
rosselspule
etätigungshebel mit Signal-
mpen
chienenstromwandler
lektrodenwindenmotor
l Anlaßdynamo
m Umformermotor
n Erregermaschine
o Tirillschnellregler
p Regler für Schmelzstrom-einstellung
q Umschalter
r Regler für Handeinstellung
s Ofen-Nullspannungsschütze
t Endschalter
u Kippantrieb
v Ölpumpe

Der Ofentransformator ist für eine Dauerleistung von 1450 kVA bemessen und kann während der Einschmelzzeit auf 1800 kVA überlastet werden. Eine Ölpumpe von 540 l/min Leistung erhält das Transformatoröl durch Kühlschlangen, die in einem Wasserbehälter ruhen, dauernd im Umlauf. Besondere Anzeigevorrichtungen, die in dem Ofenwärterraum angebracht sind, machen den Ofenwärter darauf aufmerksam, wenn entweder die Ölpumpe versagt oder die Temperatur im Transformator die zulässige Höhe überschreitet. In die Ölumlaufleitung ist noch ein Luftabscheider eingebaut.

Die Niederspannung kann durch Anzapfungen an der Oberspannungswicklung verändert werden. Normalerweise ist die Spannungsstufe für 180 V während des Einschmelzens angeschlossen, wobei die Oberspannungswicklung in Dreieck geschaltet ist. Die Transformatorspannung für den Verfeinerungsabschnitt von 115 V wird durch Umschaltung auf Stern bei gleichzeitigem Übergang auf eine andre Anzapfung erreicht.

Während des Einschmelzens treten Belastungsstöße auf; der Ofenbetrieb ist hierbei im ganzen unruhiger als während des Raffinierens, weil in dem festen Einsatz der Lichtbogenwiderstand stark schwankt. Das Schwanken des Lichtbogenwiderstandes hat seine Ursache im Nachstürzen des Einsatzes und im Herabfallen von Schrotstücken gegen die Elektrodenspitzen. Die Belastungsstöße dürfen natürlich nicht ungeschwächt in das städtische Netz gelangen. Um dies zu verhindern, wird während des Einschmelzens eine Drosselspule vor den Transformator geschaltet, die die Belastungsstöße in den gewünschten Grenzen hält. Die Reaktanzspule hat einen Eisenkern mit Luftspalt. Sie ist, wie ein Transformator, in einen ölgefüllten Kasten eingebaut. Zur Einstellung der Drosselwirkung sind mehrere Anzapfungen angeordnet.

Während des Raffinierens, d. h. sobald der Einsatz flüssig geworden ist, wird die Drosselspule durch einen Schalter überbrückt, nachdem der Transformator auf niedrige Spannung umgeschaltet ist.

Der Schmelzstrom, der sich in den Grenzen von 4000 bis 6000 A bewegt, wird von den Sekundärableitungen des Transformators bis in die Nähe des Ofens durch Stromschienen geleitet, die geteilt verlegt sind. Zu diesem Zwecke sind Anfang und Ende der Transformatorwicklung, die in zwei parallele Zweige unterteilt ist, über die Deckel geführt, so daß von jeder Phase vier Sekundärschienen herausragen, an die die Flachkupferleitungen angeschlossen sind. Unmittelbar vor dem Ofen sind von jeder Phase zwei Schienen zum Sternpunkt vereinigt, während von den beiden andern biegsame Kabel zu den Elektrodenklemmen abgehen. Diese Art der Leitungsführung vermindert die Streufelder wesentlich und drückt die Wirbelstromverluste herab.

Die Elektroden werden rein elektrisch geregelt. Jede Elektrode ist mit einem Windenmotor ausgerüstet, der aus einer Dynamomaschine in Leonardschaltung gespeist wird. Die Feldwicklung der Dynamomaschine wird durch Tirill-Schnellregler gesteuert. Der Leonardumformer besteht aus drei Dynamomaschinen, dem Antriebmotor und der Erregermaschine. Die selbsttätige Elektrodenregelvorrichtung ist sehr empfindlich und elastisch. Die Geschwindigkeit der Elektrodenbewegung wächst und sinkt mit der Größe der augenblicklichen Abweichung des Elektrodenstromes vom unverändert zu haltenden Wert. Der Strom im Motorkreis wird überhaupt nicht gesteuert, sondern nur der ganz geringe Erregerstrom der Anlaßmaschine durch die zwei Tirillkontakte, die durch ihre hohe Schwingungszahl nur äußerst feinstufige Änderungen hervorrufen. Das Hubwerk der Elektroden ist nach oben und unten durch Endausschalter mit Leuchtsignalen auf dem Schaltpult begrenzt.

Zu den Hilfsantrieben gehört noch der Motor für die Ofen-Kippvorrichtung. Die Kippbewegung, die durch Zahnradvorgelege und Zahnstange erfolgt, ist nach beiden Seiten: nach vorn zum Ausgießen des fertigen Stahles, nach hinten zum Abziehen der Schlacke, durch Endausschalter begrenzt.

Die grundsätzliche Schaltung der elektrischen Ausrüstung der Ofenanlage zeigt Abb. 7. Vom 10 000 V-Kabel

Abb. 8
Arbeitsverhältnisse bei 180 V mit Drosselspule
$i_k = 2{,}9\ i_n$

Abb. 10
Arbeitsverhältnisse bei 115 V ohne Drosselspule
$i_k = 2{,}2\ i_n$

wird der Strom über den Trennschalter *a*, Hauptölschalter *b* zum Ofentransformator *c* geführt. Die Oberspannungswicklung schaltet man von Dreieck auf Stern und umgekehrt mit-

Abb. 9
Arbeitsverhältnisse bei 180 V ohne Drosselspule
$i_k = 5{,}4\ i_n$

Erklärung zu Abb. 8 bis 10

- L zugeführte Leistung kW
- L_{vr} Verlustleistung kW
- L_l Lichtbogenleistung kW
- L_s Transformator-Scheinleistung kVA
- E_l Lichtbogenspannung V
- $n_{el} = \frac{L_l}{L}$ Wirkungsgrad
- $\cos\varphi = \frac{L}{L_s}$ Leistungsfaktor
- i_n Nennstrom A
- i_e Einschmelzstrom A
- i_k dreiphasiger Kurzschlußstrom A

tels der beiden Ölschalter *d* und *e* um, die gegenseitig i Weise verriegelt sind, daß sich jeweils nur einer von i in der Einschaltstellung befinden kann. Ein weitere schalter *f* dient zum Überbrücken der Drosselspule *g*

Sämtliche Ölschalter haben elektrische Fernant und werden mittels des Hebels *h* von der Schal aus geschaltet, wobei die Schalterstellung durch Si lampen gekennzeichnet wird. Weiter befinden sich der Oberspannungsseite die nötigen Meßgeräte.

Zum Schutze des Transformators sind außer üblichen Überstromauslösungen ein Kontaktthermon und eine Rückschlagklappe in Ölumlauf mit Signalein tungen angeordnet.

An die Niederspannung des Transformators ist Elektrodenregelvorrichtung angeschlossen. Die R geräte, in Abb. 7 für eine Phase gekennzeichnet, an die Schienenstromwandler *i* angeschlossen. Die Ele denwindwerke werden durch umsteuerbare Gleichst motoren *k* angetrieben, die in Leonardschaltung vo einem Stromerzeuger *l* gespeist werden. Die Stromer ger haben zwei Feldwicklungen, die durch Tirillsch regler *o* beeinflußt werden. Die eine Feldwicklung unverändert erregt, während die zweite, die ein entge gesetztes Feld erzeugt, einen festen Widerstand hat, durch den Tirillschnellregler periodisch geschlossen geöffnet wird. Hierdurch verändert sich die Ankers nung der Stromerzeuger in außerordentlich feinen Stu je nach der erforderlichen Elektrodenbewegung zwis positiven und negativen Höchstwerten. Die Feldwick gen und Magnetspulen werden durch die Erregerdynar erregt. Der Leonardumformer wird durch den D strommotor *m*, der an das Drehstrom-Niederspannu netz angeschlossen ist, angetrieben.

Regler *p* dient zum Einstellen der Schmelzstr stärke, Hebelumschalter *q* zum Umstellen der Elektro regelvorrichtung von selbsttätigem auf Handbetrieb; Windenmotoren werden hierbei mittels des Feldregle gesteuert. Schütze *s* und Endschalter *t* sichern gegen A bleiben der Ofenspannung und zu weite Bewegung Elektroden.

Der Kippantrieb *u* und der Ölpumpenmotor *v* sind das Drehstrom-Niederspannungsnetz angeschlossen.

Um die Arbeitsweise des Ofens bei den vorliegen Verhältnissen in anschaulicher Weise darstellen

en, wurde eine Kurzschlußmessung ausgeführt. Zu Zwecke wurden die drei Elektroden während des inerungsabschnittes bei Sternschaltung und vorgeteter Drosselspule in das Bad eingetaucht, wobei auf Primärseite folgende Werte abgelesen wurden: etzspannung 9800 V, 2. Strom 135 A, 3. Leistungshme 900 kW.

uf Grund der Ergebnisse wurden die Kurzschlußke für die verschiedenen Schaltungen mit und ohne selspule aufgezeichnet und aus diesen die Riecke-Kurven entwickelt.

bb. 8 stellt die Verhältnisse bei der hohen Elektroannung mit vorgeschalteter Drosselspule dar, 9 ohne diese. Man wird also in der ersten Zeit mit selspule arbeiten, da urch der ideale Kurzßstrom auf etwa den halWert desjenigen ohne selspule herabgedrückt Wenn das Schmelzen rechend weit vorgeten ist, kann bei gleicher elzstromstärke durch drücken der Drosseleine höhere Lichtbogenng erreicht werden.

Die Arbeitsweise in der inerungsperiode mit der niedrigen Elektrodenspannung zeigt Abb. 10. Der Wert der hier in Betracht kommenden Lichtbogenleistung liegt noch wesentlich unter dem Höchstwert.

Wöchentlich werden 22 Chargen zu je 5 t erschmolzen. Eingesetzt werden 2000 kg Stahlspäne, 1000 kg Schmiedeschrot, 2000 kg Steiger und Bruch. Im allgemeinen wird unter zwei Schlacken gearbeitet. Der Abbrand beträgt 4 vH. Für zwei Schichten braucht man insgesamt 6 Mann Bedienung. Die Einschaltdauer beträgt je Charge rd. 4 h. Der Elektrodenverbrauch beträgt rd. 3,5 kg/t flüssigen Stahl, der Energieverbrauch je nach Verwendungszweck des erschmolzenen Stahles, bezogen auf den Einsatz, 700 bis 800 kWh/t. Den Verlauf der Leistungsaufnahme zeigt Abb. 11.

Abb. 11
Verlauf der Leistungsaufnahme [B 524]

on den Arbeiten im Patentausschuß des Vereines deutscher Ingenieure

m Laufe dieses Jahres sind die Arbeiten des Patenthusses insoweit zu einem gewissen Abschluß gekomals bei den im Frühjahr im Reichsjustizministerium ehabten Vorbesprechungen über die Neugestaltung des it-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichen-Gesetzes alle che der beteiligten Kreise gehört worden sind; es gilt hst, abzuwarten, inwieweit die Vorschläge der Novelen geäußerten Wünschen entsprechen werden. Immerleibt es notwendig, im Patentausschuß einzelne Punkte handeln, die den besonderen Nachdruck des Vereines cher Ingenieure bei der Neugestaltung des Gegenes verdienen.

Hierzu gehört in erster Linie die Präklusivfrist. versteht darunter die Bestimmung in § 28 des Patentzes, Abs. 3, die besagt, daß nach Ablauf von fünf en vom Bekanntmachungstage der Erteilung des Patenn wegen mangelnder Erfüllung der §§ 1 und 2 („ein it wird als nichtig erklärt, wenn sich ergibt, daß der nstand nicht patentfähig war"), nicht mehr auf Nichtiggeklagt werden kann. Diese Bestimmung ist in der igung in das Gesetz hineingekommen, daß der Patentber endlich einmal zur Ruhe kommen soll, damit er weitere Gefährdung die wirtschaftliche Ausbeutung s Patentes, die vielfach zu erheblichem Kapitalaufwand , in die Wege leiten kann.

Die Wohltat dieser Bestimmung hat sich als richtig eren bei Angriffen gegen wichtige Patente, wenn sich Angriffe nur auf die sogenannte papierne Technik en konnten. Je bedeutsamer sich ein Patent erweist, größer ist der Anreiz, es durch die Nichtigkeitsklage dem Wege zu räumen, und so findet sich nicht selten noch in späteren Jahren bis dahin völlig unbekannt ebenes neuheitschädliches Schrifttum, das man auch beim n Willen nicht mehr zur lebendigen Technik rechnen . Irgendeine verstaubte, viele Jahrzehnte alte Patentft oder eine Zeitschriftennotiz vermag das Patent zu zu bringen. Die gesetzliche Bestimmung will diese ichkeit nach Verlauf von fünf Jahren ausmerzen.

Demgegenüber hat sich aber auch eine bedenkliche seite gezeigt. Bei der außerordentlich starken Entlung der Technik konnte sich das Patentamt nicht so auen, daß es mit dem Anwachsen des zu prüfenden es Schritt hielt. Vielfach zeigte sich eine „Zuvielitierung", und so kamen Patente heraus, die sich mehr minder auf Selbstverständlichkeiten für den Fachmann gen. So gering manchmal in solchen Patenten die Erngshöhe ist, so bedeutsam kann die Behinderung der Technik in ihrem natürlichen Entwicklungsgange sein. Vielfach wurden nun diese Patente im Schlummer gehalten, bis sie die fünf Jahre überdauert hatten, dann aber trat man mit aller Schärfe plötzlich mit dem Patent hervor, so daß sich eine Art Wegelagerertum entwickelte. Ein solches Verfahren kann zu bedenklichen Zuständen führen. Dazu kam der Grundsatz, daß ein Unrecht (nämlich die Patenterteilung) niemals zum Recht werden sollte.

Die Beurteilung der Präklusivfrist unterliegt daher starkem Wechsel. Will man sie nicht abschaffen, so sucht man einen Mittelweg, den man in einem abermaligen Aufgebot der Patente im vierten Jahre zu finden glaubt, oder auch in einer Bestimmung dahingehend, daß der Stand der Technik jedem Patent gegenüber als Einwand im Verletzungsprozeß geltend gemacht werden kann, derart, daß das, was vorbekannt war, niemals vom Patent erfaßt werden darf.

Ein zweiter Punkt, der im Patentausschuß behandelt wird, ist die schon oben erwähnte Zuvielpatentierung. Es fragt sich, welche Maßnahmen getroffen werden können, um auf der einen Seite zu verhindern, daß Patente erteilt werden, die dem natürlichen Fortschritt der Technik hinderlich sind, auf der andern aber dafür Sorge zu tragen, daß keine Überspannung bezüglich der Erfindungshöhe eintritt, damit das Patentgesetz bleibt, wozu es berufen ist, nämlich ein Mittel, die Technik zu fördern. Zur Klärung wird noch eine Rundfrage an die Bezirksvereine ergehen.

Ein dritter Punkt ist der Vorschlag, alle Reichseingesessenen bezüglich der Möglichkeit, die Priorität festzulegen, gleichzustellen. Der Wunsch geht dahin, daß jemand, der im äußersten Winkel des Reiches oder weitab von Verkehrsmitteln wohnt, in der Lage sein sollte, die Priorität für seine Willenserklärung schon durch die Aufgabe bei der Post (vorgeschlagen ist auch die Hinterlegung beim Amtsgericht) auszulösen.

Es wird ferner für das Patentgesetz und für das Gebrauchsmustergesetz eine Erweiterung gefordert, nach der unter allen Umständen eine der beiden Anmeldungen genügen soll und die andere auch ohne laufenden Antrag später auf die erste Anmeldung zurückgerechnet werden kann. Obgleich das Justizministerium dieser Erweiterung ablehnend gegenüberzustehen scheint, wird sich der Patentausschuß noch einmal damit beschäftigen, weil sie die Rechte der Erfinder in wünschenswerter Weise wahrnimmt.

Schließlich liegt noch eine Anzahl Wünsche und Anregungen aus den Reihen der Vereinsmitglieder vor, die zum größten Teil durch die Besprechungen im Reichsjustizministerium und durch Eingaben an das Ministerium oder an das Reichspatentamt ihre Erledigung gefunden haben.

Bochum [N 1031] Patentanwalt Kuhlemann

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Eisenhüttenwesen

Neues Blechstreifenwalzwerk der Trumbull Steel Co.

Eine der bemerkenswertesten Entwicklungen in der Anwendung des Walzens von Blechen und breiten Platinen im Dauergang findet man bei dem Warmwalzwerk der Trumbull Steel Co., das im Juni 1927 in Betrieb gesetzt wurde[1]). In dem Walzwerk können 760 mm breite Blechstreifen gewalzt werden und mit geringen Änderungen wird man imstande sein, 915 mm breite Blechstreifen zu walzen. Das Walzwerk, Abb. 1, besteht aus drei Brammenwärmöfen, fünf Duovorgerüsten, drei senkrechten Kantgerüsten, fünf Fertiggerüsten mit je vier Walzen und aus den notwendigen Rollgängen, Warmbetten, Scheren, Wickelmaschinen und andern Hilfsvorrichtungen.

Die Einrichtung sieht ein Auswalzen in gerader Richtung und vollständig mechanische Überwachung der Zeit vor, von der die Bramme die Öfen verläßt, bis ohne weiteres Anwärmen das Walzen beendet ist und der Blechstreifen in gewünschter Länge entweder aufgewickelt oder in flache Bleche abgeschnitten wird. In gerader Richtung bewegt sich das Walzgut ungefähr 170 m von den Wärmöfen bis zu den Scheren oder Wickelmaschinen am Ende des Warmbettes.

Die 3,3 m breiten und 13,4 m langen Wärmöfen werden entweder durch Generator- oder Koksofengas oder durch eine Mischung der beiden Gase geheizt. Die 63,5 mm dicken Brammen haben verschiedene Breiten. Aus dem Ofen ausgestoßen, laufen sie auf dem Rollgang a zum Schrägrollgang a_1 vor dem Kantgerüst I. Kantgerüste sind vor dem Walzgerüst 1 und hinter den Walzgerüsten 2 und 4 eingebaut. Der Kanter I wird von einem 300 PS-Motor und die Kanter II und III durch 100 PS-Motoren angetrieben.

Die vier ersten Vorgerüste mit Walzen von 750 mm Dmr. und 915 mm Länge werden über Kegelräder und ein Vorgelege von einem 1500 PS-Motor angetrieben. Das Vorgerüst 5 und die Fertiggerüste 6 und 7 werden über Kegelräder von einem 5000 PS-Motor mit Reduktionsgetriebe angetrieben. Jedes der drei andern Fertiggerüste hat einen besonderen Antriebmotor von 2000 PS. Die Arbeitswalzen dieser fünf Fertiggerüste haben 405 mm Dmr. und sind 1065 mm lang, die Druckwalzen 812 mm Dmr. und dieselbe Länge. Alle Walzen der Fertiggerüste laufen in Rollenlagern. Die Walzen werden elektrisch verstellt, und zwar hat jede Schnecke ihren eigenen Motor. Die beiden Motoren können unabhängig voneinander oder zusammen laufen.

Wenn der fertige Streifen das letzte Gerüst mit einer Geschwindigkeit, die zwischen 190 und 323 m/min schwankt, verlassen hat, wird er auf einem Rollgang zum 14,6 m breiten und 50 m langen Doppelwarmbett geführt. An beiden Seiten liegen Rollgänge zum Befördern der Streifen zur Schere. Wenn die Streifen gewickelt werden sollen, so werden sie auf dem mittleren Rollgang zur Wickelmaschine gebracht, vor der eine Schere zum Abschneiden der Enden eingebaut ist. Die gewickelten Bündel werden auf ein Förderb... stoßen, auf dem sie noch langsam abkühlen, bis ... Ende des Förderbandes durch einen Magneten ab... werden können. Hinter den Scheren mit 1065 mm ... Messern befinden sich besonders konstruierte Blech... Die Streifen können in Längen von 9,75 m bis zu eine... von 450 mm gestapelt werden.

Alle Walzwerkmotoren sind für veränderlich... drehungszahl eingerichtet. Die Rollenlager der vier ... gerüste und der Kantgerüste, alle Kegelräder zu... Antrieb, die Antriebwellenlager und Übersetzungsg... mit Ausnahme des Kegelräderantriebes der ersten vi... gerüste werden mittels einer Druckschmierung ... Druck) geschmiert. [M 944]

Amberg H. Il...

[1]) Vergl. „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 693.

Bergbau

Die Erzbergwerke Frankreichs n... dem Weltkriege

Einer umfangreichen Arbeit von A. Pawlow... über die Vorkommen und die Ausbeutung von E... Frankreich seit dem Ende des Weltkrieges sind die fo... Angaben entnommen. Die reichen Eisenerzvork... Frankreichs haben in der Vergangenheit viel mehr ... tung gefunden als seine Schätze an Erzen der übrig... talle, die von der Industrie nicht gebührend ve... worden sind.

Antimon. Stibnite finden sich in vielen Ge... Frankreichs, so in der Bretagne, in den Départemen... dée, Haute-Loire, Lozère und Cantal, ferner Hérault ... Korsika. Vor dem Kriege förderte das Département M... allein fast die Hälfte alles französischen Antimons ... Gruben zu Lucette und Genest, die 5000 t mit 50 ... halt an Metall lieferten. Im Laufe des Krieges wur... Betriebe stillgelegt, dann wegen des Heeresbedarfes ... aufgenommen, so daß die Förderung im Jahre 1919 1... 1920 11 900 t und 1921 14 050 t betrug und nach de... tigen Sturz des Antimonpreises im Jahre 1925 auf... zurückging. Ihr Metallgehalt schwankte zwischen ... 50 vH. Die Stibnite der Vendée waren für die Lan... teidigung weitgehend herangezogen worden, sch... nahm die Förderung immer mehr ab und wurde ... 1926 aufgegeben. Trotz der ungünstigen Wirtscha... wurden die Vorkommen in Véronnière ein Jahr lan... mäßig untersucht, doch zeigten sie nicht die erwart... giebigkeit. Die Antimongruben des Massif Central ... Loire, Lozère u. a.) haben von jeher Krisen durchg... und seitdem der Bedarf nach dem Kriege immer g... wurde, fiel die Förderung auf 733 t im Jahre 1925.

Infolgedessen wurden alle Arbeiten in den Erz... des Puy-de-Dôme (le Colombier, Messeix, Chaumadou... Lozère und in anderen Gegenden untersagt. Sch... wurden 1925 auch die Gruben in Haut-Vienne stil... deren Förderung sich im Jahre 1922 auf 1328 t bel...

[1]) „Le Génie Civil" Bd. 91 (1927) S. 186, 203.

Abb. 1. Blechstreifen- Walzw...

Jahren 1924 und 1925 auf 65 und 55 t zurückgegangen war. Die Vorkommen auf Korsika in Luri und in ... sind noch nicht ausgebeutet worden. Die Société ... ietréjoulx nahm wegen der Vertaubung ihres Be... n der Vendée im Jahre 1924 die Förderung in der ... on Tulle, im Departement Corrèze, auf, und brachte ... 450 t im Jahre 1925. In La Londe (Var) lieferte ... hürfung von 1923 bis 1924 120 t Stibnit. Frank... ahm früher in Europa mit mehr als einem Viertel ... ltförderung von Antimon die erste Stelle ein.

... senik und Mißpickel. Im Gegensatz zur ... ngewinnung hat sich in der Nachkriegszeit die In... des Arseniks entwickelt. Er kommt in Frankreich ... s Mißpickel, bald als Realgar vor, Realgar übrigens ... Matra auf Korsika, wo die Schiefer außer Realgar ... ripigment auch Calcit enthalten. Die Société l'Ar... örderte im Jahre 1925 1200 t korsikanischen Realgar. ... ßpickel ist viel häufiger und kommt zusammen mit ... den Gruben zu la Bellière (Angers), in Saint-Pierre-... nart (Maine-et-Loire) und zu Châtelet im Départe... reuse vor. Die Förderung in la Bellière wurde vom ... 20 bis Ende 1925, nachdem sie in den ersten Monaten ... rbracht hatte, stillgelegt. An den anderen Stellen ... ur das Gold gewonnen. Einige ältere Grubenfelder ... iac (Cantal), Rodier und in Beauberty (Puy-de-Dôme) ... anderen Orten verharrten weiter in ihrer Untätig... ährend auf einigen neueren reger Betrieb herrschte. ... re 1925 kam in der Auvergne die Grube zu Giat in ..., doch mußte er wegen des Preissturzes für Arsenige ... im April 1926 eingestellt werden.

... Département Aude war die Mißpickel-Förderung ... ßten und betrug schon vor dem Weltkriege 15 640 t. ... ciété de Malaban hat Gut gefördert, das neben Gold ... ber 7 vH Arsenik enthält. Die Grube zu Villanière, ... ch zur Formation von Minervois gehört, nahm im ... 1919 ihren Betrieb auf und brachte es auf mehr als ... Pyrit und Kupfer, Silber und Gold enthaltenden Ar... Daher wurde der benachbarte Betrieb in Salsigne ... re 1924 von einer kapitalkräftigen Gesellschaft wie... fgenommen. Er fördert ein Erz mit nahezu 15 vH ... mit etwas Kupfer, Gold und Silber und hat Erz... von 2,50 bis 3,50 m Breite. Im Jahre 1925 steigerte ... sellschaft die Förderung auf über 26 000 t. Seit dem ... ende hat sich die Förderung von Mißpickel in Frank... ufriedenstellend gehoben.

... upfer. Obgleich Frankreich einen beträchtlichen ... uch kupferhaltiger Mineralien hat und jährlich ... t vom Auslande beziehen muß, hat es selbst bisher ... s beachtenswerte Mengen gefördert. Der Wunsch, ... anzösischen Markt von fremder Einfuhr unabhängig ... hen, hat unternehmungslustige Kapitalisten zu neuen ... fern und nachdrücklichen und planmäßigen Nachfor... en veranlaßt.

... den Ostpyrenäen sind in Canaveilles wichtige Ar... durchgeführt worden. Dort wurden vom Tale des ... s La Têt ab 15 Ausstreichen festgestellt, von denen ... Fördergut mit 25 vH Kupfer ergaben. Eine der ... zeigte 50 bis 60 cm Mächtigkeit, von denen 15 cm ... Erzes 5 vH Kupfer enthielten. Von diesem wurden ... m Jahre 1925 gefördert. Vor allem im Languedoc ... rk nach Kupfer geschürft worden. In anderen Ge... n fehlten zum Teil die Betriebsmittel, zum Teil waren ... orkommen nicht abbauwürdig.

Zinn. Früher war Frankreich ein wichtiger Lieferer für Zinn, das heute fast nur noch aus den tropischen Ländern kommt. Für die Landesverteidigung wurden gefördert 26 585 t im Jahre 1918, 19 511 t 1919 und 18 000 t im Jahre 1920. Im August 1921 wurde die Förderung eingestellt.

In Charrier-la-Prugne kommt Zinn in abbauwürdigen Mengen vor, und Frankreich soll in Zukunft wieder einen, wenn auch begrenzten, Anteil an der Zinnförderung erlangen.

Mangan. Die Eisenhüttenwerke Frankreichs müssen 400 000 t Manganerze einführen, um ihren Bedarf zu decken. Frankreichs eigene Förderung belief sich im Jahre 1913 auf 7732 t. Das Bergwerk Las Cabasses im Départment Ariège und die Gruben in den Hochpyrenäen versorgten früher mit Mühe den Markt. Jetzt sind die Vorkommen von Las Cabasses fast erschöpft und so verarmt, daß die neuerdings in Angriff genommenen Erze nur noch 8 bis 10 vH Metall, gegen früher 50 vH, enthalten. Die in Schiefern und devonischem Kalkgebirge zerstreuten Vorkommen von Louderville, Aderville und Vielle-Aure in den Hochpyrenäen enthalten Silikate — nicht Karbonate — und liefern nach dem Aufbereiten 28 bis 30 vH Metall. Vor dem Kriege wurden diese Silikate im elektrischen Ofen verarbeitet, so daß die Hochpyrenäen 3000 bis 5000 t Erze fördern konnten. In der Nachkriegszeit sank die Förderung auf 2600 t im Jahre 1919, auf 2350 t, 3700 t, 1075 t in den Jahren 1921, 1922, 1923 und hörte im Jahre 1924 ganz auf. In Las Ambollas (Ostpyrenäen) wurden seit 1913 bis heute nicht mehr als 1000 t Mangandioxyd-Mineralien gefördert. Zur Zeit gibt es keine Manganerzförderung in Frankreich.

Gold. Vor 40 Jahren herrschte in Frankreich ein Goldfieber, und damals wurden alle Hoffnungen, die auf die Vorkommen in der Auvergne, in Limousin und in den Sevennen gesetzt waren, getäuscht, so daß viele Millionen für Schürfarbeiten in diesen Gebieten verloren gingen. An der Weltförderung hatte Frankreich mit 150 000 t bis 180 000 t Erzen, die wenig mehr als 3000 kg Feingold enthielten, vor dem Kriege nur bescheidenen Anteil. In den Jahren 1924 und 1925 wurden in den Gruben von Chambon, die während des Krieges voll Wasser gelaufen waren, 16 000 bis 20 000 t Quarz mit einem Goldgehalt von 22 g/t, also etwa die Hälfte der Förderung des Jahres 1913, abgebaut. Die Grube in Cheni förderte 14 662 t im Jahre 1921 und in der Folgezeit 250 t mit einem Goldgehalt von 9 g je Tonne. Die Grube in Beaune kam 1924 wieder in Betrieb und brachte es im Jahre 1925 auf 4645 t mit 15 g Gold in der Tonne. Obgleich das Gold hoch im Preise steht, sind wider Erwarten im Gebiet von Limousin viele Grubenfelder nicht ausgebeutet worden.

Eisenkies (Pyrit). Im Jahre 1913 nahm Frankreich in der Förderung von Eisenkies hinter Norwegen, den Vereinigten Staaten und Spanien den vierten Platz ein. Zur Zeit müssen noch rd. 500 000 t aus dem Ausland eingeführt werden, und darauf ist es wohl zurückzuführen, daß man sich jetzt bemüht, die heimische Förderung zu steigern. Das Département Rhône (mit dem berühmten Vorkommen in Saint-Bel) und das Département Saône-et-Loire) mit dem Lager in Chizeuil bestritten in der Hauptsache Frankreichs Bedarf. Im Jahre 1913 belief sich ihre Gesamtförderung auf 303 000 t, von denen 269 000 t auf das Rhône-Département entfielen. In Saint-Bel ging nach dem Kriege die Förde-

...ull Steel Co. für durchlaufenden Gang

rung auf 150 000 t zurück und erreichte im Jahre 1924 wieder 163 500 t. Man ist bemüht, die alten Förderziffern wieder zu erreichen und hat deshalb elektrische Einrichtungen teils schon ausgeführt, teils vorgesehen. In Chizeuil hat die Förderung die von 1913 nicht wieder erreicht, ist aber von 1918 bis 1924 auf 21 000 t gestiegen und beträgt somit zwei Drittel derjenigen von 1914. Die Compagnie d'Alais, Froges et Camargue hat in Salindres den Betrieb auf Pyrit wieder in Aufschwung gebracht. Die Vieille-Montagne nahm den Betrieb in den Gruben in Pallières und Gravoulières wieder auf und fördert fast 3000 t und die Grube Saint-Félix liefert jährlich 2000 bis 3000 t an die Werke in Saint-Rambert-d'Albon (Drôme).

Die Compagnie d'Alais, Froges et Camargue unternahm es, die bei den Geologen berühmten Vorkommen von Soulier mit einem Gehalte von 38 bis 41 vH auszubeuten und steigerte allmählich die Förderung auf 1500 t im Monat. Gleichzeitig untersuchte sie das Vorkommen in Cendras, das ärmer als das von Saint-Florent ist. Das Erz von Cendras hat 45 vH Gehalt und ist nur verwertbar, wenn es mit dem von Soulier brikettiert wird.

Die Vorkommen von Itxassou im Nivetal in den Niederpyrenäen wurden im Jahre 1923 zum ersten Male gefördert, ihr Schwefelgehalt schwankt zwischen 42 und 45 vH. Mit Hilfe einer Wasserkraftanlage wurden im Jahre 1925 1812 t geliefert.

Radioaktive Mineralien. Im Gebiet des Puy-de-Dôme und des Allier wurde in den letzten Jahren planmäßig nach radioaktiven Mineralien geforscht. Bei Thoré und Lachaux sind im Granit mehrere Adern von 0,80 m bis 1,50 m Gesamtmächtigkeit mit Quarz ausgefüllt, die beachtenswerte Mengen von Chalcolith (Kupfer-Uranglimmer) und Autunit (Kalk-Uranglimmer) erkennen lassen. Ein ähnliches Vorkommen wurde in Busset und Arrones beobachtet, wo der Chalcolith von Pyromorphit und Flußspat begleitet wird.

Wolframerze. Die neuesten statistischen Berichte besagen, daß Frankreichs Wolframvorkommen erschöpft seien, doch kommt Wolfram an verschiedenen Orten vor, wird aber wegen des schlechten Standes der Preise nicht ausgebeutet.

Zink und Blei; Lagerstätten von Blei und silberhaltigem Blei. Während, wie oben erwähnt, der Abbau mancher Mineralien mit Rücksicht auf die Verschlechterung der Marktlage verringert oder gar eingestellt werden mußte, hat sich der Bergbau auf Zink und Blei infolge des viel lohnenderen Preises vergrößert. Auf die Ausbeutung der Adern von Trémuson (Côtes-du-Nord), die in den Glimmerschiefern und Hornblendeschiefern eingelagert sind, wurden mit Rücksicht auf die weit reichende Erzführung und den Gehalt von 60 bis 70 vH Blei in diesen Mineralien beträchtliche Summen verwendet. Der mittlere Anteil an Silber stieg im Jahre 1925 bis zu 1,3 kg auf 1 t Haufwerk. Im Département Tarn hat die Société de Peyrebrune mit Erfolg den Abbau der silberhaltigen Bleiglanze von Saint-Lieux-la-Fenasse betrieben. Das Mineral enthält bis zu 1 kg/t Silber. Die Gesellschaft verarbeitet ihr Blei selbst auf Bleirohre und hat zur Zeit eine Jahreserzeugung von 16 000 bis 18 000 t. Im Département Aude hatten die Schürfarbeiten in Escouloubre Ende des Jahres 1923 so günstige Ergebnisse, daß die Unternehmer schon vor der Verleihung elektrische Anlagen einrichteten, um silberhaltigen Bleiglanz, Kupferkarbonat und Pyrit, die dort gefunden wurden, auszubeuten. Die in Savoyen gelegene Grube Macot-la-Plagne zu Tarentaise liefert reichen Bleiglanz. Wegen seines hohen Gehaltes an Silber (300 g, nach der Wäsche bis 1300 g) und an Blei (10 bis 12 vH vermehrt auf 50 bis 52 vH Metall) wurde für die Einrichtungen viel Geld aufgewendet. Die durch die hohe Gebirgslage erschwerte Gewinnung konnte immerhin im Jahre 1925 auf 10 500 t Roherz gesteigert werden. In Korsika sind die alten Bleivorkommen alle verlassen. Nur der Betrieb in Chisoni-La Finosa wurde 1922 aufgenommen. Diese Grube erinnert in ihrem Charakter an die zu Grand-Clot; sie liegt im Gneiß des Finosa-Tales. Dort wird im Tagebau ein Bleiglanz mit einem zwischen 25 und 10 vH schwankenden Bleigehalt gefunden, während eine im Ausgehenden sichtbare Kupferformation nicht ausgebeutet wird. Im Jahre 1925 wurden 2300 t gefördert.

Die Société des Mines de l'Ariège nahm 1925 neue Schürfarbeiten in dem alten Betriebe zu Alloue (Charente) auf und fand bei oberflächlicher Arbeit guten Bleiglanz und pyrithaltigen Bleiglanz und kleine Mengen Blende.

Zink vergesellschaftet mit Blei. Die Société de Luz-Saint-Sauveur und neuerdings auch die Vieille-Montagne haben das Blei-Zink-Vorkommen zu Chèze, das die silurischen Schiefer des Luz-Tales berührt, abzubauen begonnen, doch ist ihre Förderung nicht über jährlich 500 t gestiegen.

Eine englische Gruppe untersuchte die Vorkom Arrens (Hochpyrenäen). Die Blenden sind, wie s gab, versprengt, und das Erz ist nur mittelmäßig. Schwimmaufbereitung soll es nutzbar gemacht wer

Im Département Ariège ist der Abbau von Bl Blende und Galmei in Sentein und in Saint-Lary, de Betrieben des Syndicat Minier, gleichmäßig weiter ben worden. Die Förderung schwankte zwischen 10 2000 t (im Jahre 1925 waren es 1664 t und hiervon Blende). Durch den Bau einer Schwimmaufbereitun sich die Förderung noch entwickeln.

Im Département Var hat die Société des Bormet das Vorkommen von Bormettes bald erschöpft sein ihren alten Stand nicht wieder erreicht und nur 600 t und Bleiglanz im Jahre 1925 gefördert, aber der Bet Londe erwies sich als lebensfähig und erbracht 12 640 t Blende und Bournonit (Schwarzspießglanzer

In Vallaury wurde ein Bündel von mindesten Adern im Granit und im Karbon ermittelt. Diese führen teils Blenden, teils Bleiglanz. Seit 1925 dort 2200 t gefördert.

Im Département Lozère hat die Société du Bl sich der früher von ihr vernachlässigten Schicht des Lias zugewendet und hat aus diesem ziemlich zus hängenden Vorkommen von beachtenswertem Gehalte Bleiglanz enthält 60 vH Blei und 1,2 kg Silber, w der Galmei 27 bis 28 vH Zink hat — 19 550 t Haufw Jahre 1925 gefördert. Le Gard lieferte 587 t im Jahr 4127 und 5590 t in den Jahren 1924 und 1925. In Hippolyte-du-Fort wurden seit 1920 teils im Tageba unter Tage Blende, Bleiglanz und Galmei geförder zwar 1300 t bis 2000 t bis zum Jahre 1923.

Die Vieille Montagne setzte die Betriebe von Cr Paillières in Gang. Die Förderung dort ist schwierig das Gelände ist bröckelig, die Vorkommen sind u mäßig, und die Trennung der einzelnen Erzbestandte umständlich. Die Fördermenge schwankte zwische und 2000 t. Die Erze enthalten 35 vH Zink und 23 bis Blei.

Im Languedoc zeigten sich unerwartet gute Vorko So wurde das Lager von Saint-Sauveur von seinen Be für bescheiden gehalten, als eine reiche englische schaft seinen Wert zu ermitteln begann. 40 sorg Bohrungen ergaben das Vorhandensein einer Ader v bis 8 m Gesamtmächtigkeit, die Blende und Bleiglanz mit einem Gehalt von 10 bis 12 g/t Zink, 5 bis 6 g und 100 g/t Silber. Die amtlichen Stellen schätze Mächtigkeit des Vorkommens auf 1 Mill. t. Das Be Saint Sauveur ist mit vorzüglichen Einrichtungen stattet und will eine Jahresförderung von 28 00 reichen, zur Zeit werden monatlich 2000 t gefördert, eines der höchst beachtenswerten in Europa. [N 83

Berlin Dr.-Ing. Martin W. Neuf

Wasserversorgung

Hölzerne Brunnenrohre und -filte in Holland

In Holland wird als Baustoff für Brunnenrohre F holz, für Filterrohre Teakholz bevorzugt. Auch Br von 100 m Tiefe und mehr, mit Filtern bis zu 25 m werden auf diese Art ausgeführt und sollen besonder bar sein. Die Rohre werden aus gefugten Stäben zusa gesetzt und mit kupfernen Bändern zusammengehalten Stoßstellen sind durch hölzerne Querkeile besonders g tet, Abb. 2 und 3. Die Filterrohre werden in gleicher hergestellt und erhalten Schlitze von etwa 2 mm Brei mit kleinen Kreissägen in die fertigen Rohrlängen schnitten werden. Um Verstopfung durch Sandeintr erschweren, werden die Schlitze zuweilen schräg ausg Abb. 4. Eine Sonderausführung von hölzernen F Bauart „Vulcaan", zeigen Abb. 5 bis 7. Großen We

Abb. 2 und **3**
Durch Querkeile gesicherte Stoßstellen

Abb. 4 bis **7**
Hölzernes Filterrohr, Bauart Vulcaan

f die das Filter gegen Verstopfung sichernde Kies- die vor dem Ziehen des Bohrrohres zwischen Bohr- d Filterrohr niedergebracht wird.
genügendem Abstand zwischen beiden Rohren — ens 80 bis 100 mm — wird die Kiesschicht vielfach Lagen ausgeführt; einer inneren von rd. 5 mm

Abb. 8
Einrichtung zum Umschütten des hölzernen Filterrohres mit Kies

a Trichter über Flur zum Kiesstürzen
b Rohre zum Kiesstürzen (innere und äußere Kieslage)
c Bohrrohr
d federnde Zentrierbügel
e Filterrohr
f feiner Kies
g grober Kies
h Hilfsbüchse zum Kiesstürzen, rd. 3 m lang

Korngröße und einer äußeren von 2 bis 3 mm Korngröße. Zum Einbringen dieser beiden Lagen wird eine rd. 3 m lange Schüttbüchse *h*, Abb. 8, verwendet; mit ihr sind zwei Gasrohre *b* von 2″ Dmr. verbunden, die oben mit Einschütttrichtern versehen sind. Eines dieser Gasrohre mündet in den Hohlraum zwischen Schüttbüchse und Filterrohr *e*, das andre in den Raum zwischen Schüttbüchse und Bohrrohr *c*. Im Laufe des Schüttvorganges wird die Büchse langsam gedreht und, der fortschreitenden Schüttung entsprechend, angehoben. Bei großen Tiefen erfordert diese Arbeit Umsicht und Geduld.

Arnhem [M 843]
Dipl.-Ing. L. Silberberg

Kleine Mitteilungen

ktrische Lokomotive mit Einzelachsantrieb

· die Great Indian Peninsula-Eisenbahn hat die erische Lokomotiv- und Maschinenfabrik kürzlich chanischen Teil einer 2AAA1-Schnellzuglokomotive :. Bei den Abnahmeversuchen soll diese Lokomotive e Geschwindigkeit von 137 km/h erreichen. Der Ein- ntrieb, der bei Personen- und Schnellzuglokomotiven erragende Stellung einnehmen soll, ist hier als „Uni- Antrieb Winterthur" ausgebildet. Er zeichnet sich esonders hohe Lage der abgefederten Massen aus, nen ruhigen Gang begünstigt. Jede Achse er eine doppelte Zahnradübersetzung (1 : 30) ei Motoren getrieben, die senkrecht über den Treib- liegen. Man nimmt an, daß die Verluste im Zahn- wenig mehr als ½ vH der Gesamtleistung betragen. z. Bauzeitung 3. Dezember 1927 S. 294*)
49 a] Gsl.

Triebwagen für Indien

· neuen indischen Motortriebwagen haben äußer- s Aussehen eines geschlossenen, einstöckigen Omni- sie bewegen sich wie dieser auch normalerweise nur r Fahrtrichtung. Die Strecke, auf der sie betrieben weist besonders schwierige Verhältnisse auf, da von den insgesamt 96 km in Dauersteigung (4,5 vH) Die Krümmungshalbmesser betragen 27,5 m an den unkten und 33,5 m auf der freien Strecke. Die hnittsgeschwindigkeit in der Steigung beträgt ı. Der Wagenkasten ruht auf zwei Fahrgestellen. tor hat sechs Zylinder (140 × 152,5 mm) und leistet 0 Uml./min 85 PS. Das Drehmoment wird über eine ıpplung an ein Dreiganggetriebe abgegeben, womit gen Geschwindigkeiten von 8, 16 und 32 km/h erhält eschwindigkeiten können in beiden Richtungen er- werden. Vom Getriebe aus wird das Drehmoment an iebräder des vorderen Drehgestelles mittels ge- oser Ketten abgegeben. („The Engineer" 2. Dezem- 7 S. 625*) [N 1049 b] Krs.

Rettungswagen für die neuen New-Yorker Tunnel

Die Eröffnung der beiden neuen nach ihrem Erbauer Holland benannten Tunnelröhren von je rd. 2,8 km Länge unter dem Hudson-River am 12. November d. J., deren Bau rd. 49,5 Mill. Dollars gekostet haben soll, bedeutet eine erhebliche Verbesserung des Verkehrs zwischen New York und Jersey City, da das bisherige Warten auf die Fähren entfällt und stündlich etwa 1900 Wagen in jeder Richtung durch die Tunnel fahren können. Um zu verhindern, daß die Tunnel durch Betriebsunfälle an Kraftwagen verstopft werden, hat man eigene Rettungswagen dafür bereitgestellt. Das sind Lastkraftwagen, die von jedem Ende her gelenkt werden, also in den Tunnel einfahren und den beschädigten Wagen rückwärts herausziehen können. Die Wagen sind mit geeignetem Werkzeug, einer Schaumlöscheinrichtung und sogar mit Behelfen für die Behandlung von Verwundeten ausgerüstet. („Automotive Industries" 12. November 1927 S. 720/21*) [N 1049 c] H.

Zentralisierte selbsttätige Feuerungsregelung

Im Kraftwerk Williamsburgh der Brooklyn-Manhattan Transit Corp. arbeitet eine Dampferzeugungsanlage von 72 Kesseln mit je 540 m² Heizfläche, deren Feuerführung seit Juli 1926 von einer einzigen Stelle aus selbsttätig geregelt wird. Insgesamt 180 Regler für Brennstoffzufuhr, Luftzufuhr und Einstellung des Zuges sind eingebaut. Jeder Kessel hat zwei Regler; die Regelanlagen einer Kesselgruppe sind wiederum zusammengefaßt und werden von einem Gruppenregler gesteuert und die gesamte Anlage wird von einem Hauptregler gesteuert. Die riesige Anlage ist so übersichtlich angeordnet, daß ein Mann zur Beaufsichtigung und Überwachung vollauf genügt.

Die bisherigen Betriebserfahrungen sind sehr günstig; selbst bei stärksten Belastungsschwankungen arbeitet die Regelung völlig einwandfrei und ermöglicht einen hohen Wirkungsgrad der Kesselanlage. („Power" 22. November 1927 S. 770*) [N 1049 d] Pt.

Hohlgewalzte Stehbolzen

Th. S. Wheelwright, Präsident der Firma Old Dominion Iron & Steel Works, Belle Isle, Richmond, Va., hat ein Verfahren durchgebildet, um Stehbolzen wirtschaftlich herzustellen. Ein mit Sand gefülltes Stahlrohr legt man dabei in die Mitte eines Bündels von Stahlstangen (Walz- oder Elektrostahl), deren Durchmesser von außen nach innen abnimmt. Nachdem das Paket mit Draht umschnürt worden ist, wird es auf Schweißtemperatur erwärmt und gewalzt. Der Sand wird mittels Druckluft entfernt, während der Stehbolzen in einer besonderen Vorrichtung umläuft. Die Festigkeitswerte sind: Elastizitätsgrenze 24,5 bis 27,3 kg/mm², Zugfestigkeit 35 bis 38,8 kg/mm², Dehnung (bezogen auf 200 mm Stablänge) 30 vH, Einschnürung 50 vH. („The Iron Age" 24. November 1927, S. 1451*) [N 1049 e] Gw.

158 m hoher Wolkenkratzer mit Turmaufbau

An einer der Hauptverkehrsstraßen Chikagos, dem Wacker Drive, hat man ein 24stöckiges Bureaugebäude von rd. 80 m Höhe errichtet, auf das noch ein 18stöckiger Turm von 78 m Höhe aufgesetzt worden ist. Das Gebäude Straßenhöhe 19,7 × 30,5 m² Grundfläche, die sich m sätzen in Höhe des neunten und des sechzehnten St kes bis auf 19,7 × 25,8 m² am Fuße des Turmes ver Der achteckige gleichseitige Turmaufbau weist un Grundriß 12,7 m größten Durchmesser auf, der sich weise bis zum obersten Stockwerk auf 2,9 m ver

Für die Gründung wurden runde Betonpfeiler von Dmr. bis zu 33 m unter dem Spiegel des Chikago-Flu den festen Felsenboden hinabgetrieben. Da diese Pfe den langen Seiten des Gebäudes nicht über die äuße grenzungslinie des Gebäudes herausgeführt werden k mußten an diesen Stellen die Haupttragsäulen des Ge mittels besonderer Überhängekonstruktion abgestütz den. Vier von diesen Hauptträgern, die alle ein H mit rd. 500 mm Seitenlänge haben, gehen durch b 41. Stockwerk. Der auf den Turm wirkende Win wird durch eine schwere Betonplatte im 24. Stockwe den unteren Teil des Gebäudes übertragen. („Engi News Record" 24. November 1927 S. 824*) [N 1049 f]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

James Watt and the Steam Engine. The Memorial Volume Prepared for the Committee of the Watt Centenary Commemoration at Birmingham 1919. Von H. W. Dickinson und Rhys Jenkins. Oxford 1927, The Clarendon Press. 405 S. m. 39 Abb., 104 Taf. u. 2 Karten. Preis 80 ℳ.

Vor 25 Jahren konnte ich im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure zum erstenmal das große Technische Museum in London besuchen. Unvergeßlich sind mir die Eindrücke, die ich für die Entwicklung der Dampfmaschine, an der ich im Auftrage des Vereines zu arbeiten begann, von den Original-Maschinen Watts in Kensington mit nach Hause nahm. Dankbar erinnere ich mich heute wieder der selbstlosen Hilfe, die ich damals und seitdem noch oft bei Hrn. Dickinson im dortigen Museum gefunden habe, dessen große Arbeit, für die er gemeinsam mit seinem Kollegen Jenkins zeichnet, nun vor mir liegt.

Ich erinnere mich meines letzten Besuches in London, wenige Monate vor dem Kriege. Ich wußte durch Dickinson, welch riesiger, noch nicht bearbeiteter Stoff an Briefen und Zeichnungen in England zu dem Kapitel über James Watt und die Dampfmaschine vorlagen. Von der Bearbeitung stand zu erwarten, daß sie wichtige Aufklärungen über diese weltgeschichtlich so bedeutsame Erfindung geben werden 1914 erschien es deshalb bereits ratsam, daran zu denken, ob nicht 1919 die Abfassung eines solchen Werkes aus Anlaß des 100. Todestages James Watts möglich sei. Ich fand Gelegenheit, damals diese Anregung mit den maßgebenden Herren großer Vereine, technischer Zeitschriften und mit Verlegern in London zu besprechen. Ich glaubte das größte Interesse der deutschen Ingenieure für solche, auf grundlegendem Quellenmaterial beruhende Arbeit versprechen zu können; ich dachte an eine gleichzeitige deutsche Ausgabe des großen Werkes. Der Weltkrieg vernichtete jede Möglichkeit, eine solche Arbeit in Angriff zu nehmen.

Die erste Nachricht, die nach dem Krieg aus England zu mir kam, brachte die freudige Mitteilung, daß man nicht nur des 100. Todestages James Watts gedenken werde, sondern daß auch eine Kommission in Birmingham gebildet sei, deren Aufgabe es war, zu beschließen, was England aus Anlaß dieses Erinnerungstages an eine seiner größten technischen Taten tun könne. Große Pläne wurden beraten. Das, was sich zunächst ausführen ließ, war der Beschluß, ein Werk über James Watt und die Dampfmaschine, gestützt auf das riesige Quellenmaterial, das in England vorhanden war, herauszugeben. Acht Jahre selbstloser eifriger Arbeit der Verfasser folgten, und nun können wir uns des Ergebnisses freuen.

In einem stattlichen Bande großen Formats werden James Watt und die Dampfmaschine behandelt. Tausende von Briefen und Zehntausende von Originalzeichnungen sind hier, abgesehen von einer sehr umfassenden Literatur, sorgfältig berücksichtigt worden. Zunächst wird uns die Lebensgeschichte James Watts im ersten Teil in sieben Kapiteln auf 81 Seiten dargeboten. Einiges von dem immer wieder Nacherzählten wird berichtigt. Im übrigen haben sich die Verfasser mit Rücksicht auf die bereits zahlreich veröffentlichten lebensgeschichtlichen Schriften kurz gefaßt.

Im Hauptteil des Werkes werden auf 267 Sei 18 Kapiteln die Arbeiten James Watts, die zur Sch seiner Dampfmaschine geführt haben, dargestellt. Zu geben die Verfasser in großer Zusammenfassung di wicklung der einfach und doppelt wirkenden Was tungsmaschine und der Maschine mit Drehbewegung der Betriebsmaschine, die Eingang in alle Gewerbe fa von Grund aus die industrielle Tätigkeit, zunächst die industrie, in ihre heutige Gestalt umformte. In wert Sonderabschnitten wird sodann die Entwicklung der tigsten Einzelteile, wie Zylinder, Kolben, Steuerung, densator, Kurbelgetriebe, Indikator, Kessel usw., g Das hat den großen Vorteil, daß man diese wichtige zelheiten auch im Zusammenhang verfolgen kann.

Hieran schließen sich Kapitel über Gebläse und F maschinen, sowie über Dampfhämmer an. Sehr wichti die Kapitel über die Fabrikation der Maschinen un die Mitarbeiter von Watt und seine Gegner. Im A sind die Originalrichtlinien über die Errichtung un Betrieb der Dampfmaschinen vom Jahre 1779 und 17 sonders wertvoll, lassen sie doch in der Sprache Zeit erst richtig erkennen, welch ungeheure Schw keiten zu überwinden waren, um eine nur wenige F kräfte leistende, nach unseren heutigen Begriffen al schwache Maschine zu errichten und in Betrieb zu n

Die Tafeln enthalten einige wertvolle Bildnisse, z aber in vorzüglicher Wiedergabe Originalzeichnunge wichtigsten Maschinen und ihrer Teile.

Der Inhalt zeigt die Verfasser als ausgezeichnete K dieses für die Entwicklung des Maschinenzeitalters tigsten Zeitabschnittes. In wissenschaftlich einfacher S suchen sie, das Für und Wider objektiv abwägend, großen Thema gerecht zu werden. Die Zeit, über d schreiben, ist für die Geschichte der Technik kla und der Stil wird dieser großen Zeit gerecht, dah starke Wirkung, der sich kein Leser wird entziehen k

Die Verfasser haben sich genau an ihre Aufga halten. Sie schließen die Darstellung mit dem Jahre dem Ausscheiden James Watts aus der Firma. Sie aber selbst darauf hin, wie ungemein wichtiges Mate den von ihnen verarbeiteten Quellen zu finden sei, abg von der Dampfmaschine auch über den gesamten Masc bau zur Zeit Watts und über die Entwicklung der D maschine nach 1800. Gerade über den allgemeine schinenbau und über die Herstellung der Maschinen wir zu wenig. Bei aller Freude über den vorliegenden können wir deshalb nur bitten und hoffen, die Freun Geschichte der Technik in England möchten bald Mitt Wege finden, daß auch dieses ungemein wertvolle Ma in bearbeiteter Form der Öffentlichkeit übergeben wir

Die Ausstattung des Buches ist dem ausgezeichnet halt ebenbürtig. Es ist für jeden, der Verständni Buchkunst hat, eine Freude, ein wertvolles Buch in s nehmem Gewande zu sehen. Wir hoffen, daß diese F hingebender Arbeit viele Freunde auch unter den deut Ingenieuren finden wird. Die englischen Ingenieur die englische Buchdruckerkunst können stolz auf diese stung sein. [E 1021] C. Matsch

'assereisenbahn. Ein Schleppsystem auf Kanälen und lüsen ohne Inanspruchnahme der Ufer. Von Richard ß. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & 117 S. m. 50 Abb. Preis 12 M.

iese Schrift stellt den literarischen Niederschlag der sarbeit eines Mannes dar, der jahrzehntelang um seine und deren Umsetzung in die Praxis gekämpft hat. ibergibt er in dem vorliegenden Buch sein Erbe der schen Welt mit der Hoffnung, daß es einst Früchte wird. Im Jahre 1907 hat Koß das erste Patent auf Wassereisenbahn, eine von ihm erfundene Treidelart stschiffe auf Flüssen und Kanälen, erhalten. Diese lart ist dadurch gekennzeichnet, daß sich ein kleiner per, der durch einen Verbrennungs- oder Elektro- angetrieben wird, mit Hilfe von Rollenpaaren an auf der Sohle der Wasserstraße verlegten Schiene ent- zieht. Nach vielen Versuchen am Dortmund – Ems- die Koß hier eingehend beschreibt, wurde im Kriege Vassereisenbahn im Rhein – Marne-Kanal angelegt, die nach ihrer Vollendung aus politischen Gründen ver- t wurde. Neue Pläne sind dann entstanden und im n Jahr trat Koß anläßlich der Hauptversammlung ntralvereins für deutsche Binnenschiffahrt noch ein- it seinen Plänen vor die Öffentlichkeit und fand dann die Anerkennung des Reichsverkehrsministeriums.

ie weit in Zukunft die von Koß vorgeschlagene part angewendet werden kann, muß im Einzelfall ieden werden. Technisch möglich ist sie auf alle ihre Wirtschaftlichkeit gegenüber andern Schlepp- kann sich aber nur im Dauerbetrieb ergeben.
969] Is.

otive Giants of America. Von C. Forbes und O. D. ster. New York 1927, B. C. Forbes Publishing Co. S.

as in leichtem Plauderton geschriebene Buch schildert Verdegang der zwanzig hervorragendsten Persönlich- der amerikanischen Kraftwagenindustrie, die zumeist noch leben und tätig sind, wenngleich sie im Alter 5 bis 65 Jahren stehen. Der älteste ist zur Zeit gs, der Begründer der Hupp Motor Corporation, hre alt, dann folgt Durant, 65 Jahre alt, Gründer der t Dort Carriage Co., dessen Leben ein ewiges Börsen- gewesen ist, mit seinen Erfolgen und seinen Miß- en; dann Ford, der im vorigen Jahr 63 Jahre alt war, der bekannteste Mann auf diesem Gebiet.

ür den Geschichtsforscher wertvoll dürfte sein, daß eisten dieser Männer aus einfachen Kreisen stammen erhältnismäßig wenig Schulbildung genossen haben. nigen Ausnahmen haben sie als ganz einfache Arbeiter Angestellte, zum Teil gar nicht auf technischem Ge- ngefangen. Man kann also wohl sagen, daß sie ihre e überragende Stellung nur ihrer Persönlichkeit zu ken haben. [E 968] Dr. Heller

l-Lastautomobile. 1. Bd.: Kommunal-Automobile, omobil-Kipper, Tank-Automobile, Sonderfahrzeuge. L. Betz. Berlin 1927, Hermann Meusser. 341 S. m. Abb. Preis 18 M.

as Buch ist eine Sammlung von guten Abbildungen führter Fahrzeuge der oben erwähnten Art und bietet ner Fülle einen Einblick in die Vielgestaltigkeit des en Nutzkraftwagens. Der begleitende Text ist weni- om Standpunkt des Konstrukteurs als von dem des Be- s geschrieben, der am wirtschaftlichen Ergebnis am n interessiert ist, obgleich hier und da auch auf die heiten der Bauart näher eingegangen wird. Beson- eichhaltig ist die Sammlung von Fahrzeugen für den schen Dienst, die in dem Buch gezeigt wird: Fäkalien-, Kanalreinigungs-, Turm- und andre Arbeitswagen, Fahrzeuge für Bau und Pflege von Straßen. Neben hen sind auch einige ausländische Erzeugnisse be- ichtigt. [E 967] H.

ungstafeln für Eisenbetonkonstruktionen. Von Paul ldel. Berlin 1927, Julius Springer. 109 Taf. Preis M.

ie Einführung der neuen Bestimmungen für Ausfüh- von Bauwerken aus Eisenbeton hat Veranlassung ge- , die Tafeln auszuarbeiten. Aber auch wenn infolge Neueinführung die bisherigen Werte nicht hätten um- net werden müssen, wäre die Bearbeitung von Tafeln r Ausführlichkeit der vorliegenden wirtschaftlichen narbeit zu begrüßen gewesen, da man durch sie um- eiche und unwirtschaftliche Rechenarbeit erspart. Sie lten die Momente, die von Rechteckquerschnitten und nbalken bei den verschiedensten Spannungen aufge- nommen werden können. Sie gestatten weiter, die Bewehrungen für einfach und doppelt bewehrte Platten, Balken und Plattenbalken unter Annahme von gewöhnlichem wie auch von hochwertigen Baustoffen, wie Zement und Eisen oder Stahl, und mit Berücksichtigung der Spannungen im Steg, ferner die Entfernung des Zug- und Druckmittelpunktes voneinander für die Schub- und Haftspannungen, schließlich die Querschnitte quadratischer Stützen unter Berücksichtigung der Knickgefahr schnell abzulesen. Die Berechnung der Tafelwerte beruht auf den in § 18, Ziffer 1 und 2, der Bestimmungen vom September 1925 gegebenen Annahmen.

Eine kurze, allgemeine Angabe über die Einrichtung der Tafeln sowie besondere Anleitungen zu jeder Gruppe von Tafeln führen den Benutzer schnell in den Gebrauch der Tafeln ein; die Art der Anordnung der Tafeln macht die Handhabung bequem. Daß die Bestimmungen für Eisenbahnbrücken nicht berücksichtigt werden konnten, ist im Interesse der Vollständigkeit und der umfassenden Verwendbarkeit des Buches immerhin zu bedauern.
[E 932] Bu.

Automaten. Von Ph. Kelle. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 466 S. m. 823 Abb. Preis 26 M.

Das Drahtziehen auf Mehrfach-Ziehmaschinen. Von Dr. Goldschmidt. Halle a. d. S. 1927, Martin Boerner. 74 S. m. 55 Abb. Preis 4,50 M.

Elemente des Vorrichtungsbaues. Von E. Gempe. Berlin 1927, Julius Springer. 132 S. m. 727 Abb. Preis 7,75 M.

Schaltungen für Hebezeuge. Von Georg Esper. Leipzig 1927, Hachmeister & Thal. 182 S. m. 123 Abb. Preis 9,50 M.

Gemeinfaßliche Darstellung der gesamten Schweißtechnik. Von P. Bardtke. Berlin 1927, VDI-Verlag. 280 S. m. 250 Abb. Preis 12,50 M.

Die Gleichstrommaschine. 2. Bd.: Konstruktion, Berechnung und Arbeitsweise. Von J. L. la Cour. 3. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 714 S. m. 550 Abb. Preis 30 M.

Analysis von Grundproblemen der theoretischen Wechselstromtechnik. Von Carl Breitfeld. Braunschweig 1927, Friedr. Vieweg & Sohn. 347 S. m. 105 Abb. Preis 31 M.

Handbibliothek für Bauingenieure, 10. Bd. 2. T.: **Der neuzeitliche Straßenbau.** Von E. Neumann. Berlin 1927, Julius Springer. 400 S. m. 210 Abb. Preis 29,50 M.

Hölzerne Dachkonstruktionen. Ihre Ausbildung und Berechnung. Von Th. Gesteschi. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 245 S. m. 313 Abb. Preis 14 M.

Handbuch der Zementliteratur. Im Auftrage des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten verf. von Friedrich Wecke. Berlin-Charlottenburg 1927, Zementverlag 1447 S. Preis 40 M.

Über Kalk und Mörtel im Allgemeinen nebst Theorie des Mörtels. Von J. F. John. Berlin 1819, Duncker & Humblot. 112 S. Preis 10 M.
(In Faksimiledruck vom Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten herausgeg. zu seinem 50jährigen Jubiläum 1926.)

Kohle-Koks-Teer, 16. Bd.: **Braunkohlengeneratorgas.** Von Alfred Faber. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 263 S. m. 148 Abb. Preis 17,80 M.

Die Wärmewirtschaft des Hausbrandes im Unterricht unserer Schulen. Von J. Riedl. 2. Aufl. Berlin 1927, Albert Lüdtke. 136 S. m. 40 Abb. Preis 5 M.

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen. Von Richard Glocker. Berlin 1927, Julius Springer. 377 S. m. 256 Abb. Preis 31,50 M.

Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene, n. F. 18. H.: **Die Beseitigung der beim Tauch- und Spritzlackieren entstehenden Dämpfe.** Von Wenzel, Alvensleben und Witt. Berlin 1927, Julius Springer. 35 S. m. 31 Abb. Preis 3,30 M.

Lehrbuch der analytischen Geometrie. Von L. Heffter und C. Koehler. 1. Bd. 2. Aufl. Karlsruhe 1927, G. Braun. 477 S. m. 112 Abb. Preis 20 M.

B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern aus dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften, 42. Bd.: **Partial differential equations of mathematical physics.** Von Arthur Gordon Webster. Herausgeg. von Samuel J. Plimpton. New York 1927, G. E. Stechert & Co. Leipzig 1927, B. G. Teubner. 440 S. m. 97 Abb. Preis 25 M.

Mathematisch-technische Zahlentafeln. Zusammengestellt von H. Bohde. 5. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 68 S. m. versch. Abb. Preis 1 M.

Veranstaltungen der Weltkraftkonferenz

Da auf Beschluß des Internationalen Hauptausschusses der Weltkraftkonferenz und auf Einladung des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz die 2. Weltkraftkonferenz 1930 in Berlin stattfinden wird, ist es geboten, an dieser Stelle übersichtlich die bisherigen und kommenden Veranstaltungen zusammenzustellen. Von den in dieser Übersicht mit Weltkraftkonferenz bezeichneten Vollkonferenzen sind die Teilkonferenzen zu unterscheiden, deren Verhandlungsgegenstände enger begrenzt sind.

Der Verein deutscher Ingenieure ist an den Vorarbeiten für die 2. Weltkraftkonferenz hervorragend beteiligt. Er ist Mitglied des Deutschen Nationalen Komitees; weiter ist Professor Dr. C. Matschoß dessen Geschäftsführer.

Über die Organisation der Weltkraftkonferenz unterrichtet die folgende Übersicht:

Zentralbureau London

Vorsitzender des Internationalen Hauptausschusses: D. U. Dunlop

Sekretär: M. W. Burt

47 Nationale Komitees oder Vertreter

Australien	Griechenland	Norwegen
Belgien	Großbritannien	Nyasaland
Brasilien	Holland	Österreich
Britisch-Guyana	Indien	Peru
Bulgarien	Irland	Polen
Canada	Italien	Portugal
Ceylon	Japan	Rumänien
Chile	Jugoslawien	Rußland
China	Kenya-Kolonie	Schweden
Columbien	Lettland	Schweiz
Tschechoslowakei	Litauen	Spanien
Dänemark	Luxemburg	Süd-Rhodesien
Deutschland	Mexiko	Ungarn
Estland	Neuseeland	Vereinigte Staaten von Südafrika
Finnland	Niederl. Indien	Vereinigte Staaten von Amerika
Frankreich		
Goldküste		

Deutsches Nationales Komitee der Weltkraftkonferenz
beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine

Vorsitzender:
Generaldirektor Dr. C. Köttgen

Stellv. Vorsitzender:
Geh. Baurat Professor Dr. G. de Thierry

Geschäftsführer:
Professor Dr. C. Matschoß

Stellv. Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. zur Nedden

Geschäftsstelle:
Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Mitglieder:
1. Reichsbehörden
2. Wissenschaftliche Vereine und Hochschulen
3. Wirtschaftsverbände

[V 1018]

Übersicht der Tagungen

Tagungen	Ort	Zeit	Thema und Bemerk
1. Weltkraftkonferenz	London	30. Juni bis 12. Juli 1924	Gruppe 1: Kraftq „ 2: Kraftm nen und -anlag Gruppe 3: Kraftüb gung Gruppe 4: Ener der Kleinindustr im Haushalt beim Transport Gruppe 5: Verschie (Normung usw.)
1. Teilkonferenz	Basel	31. August bis 12. Sept. 1926	Wasserkraftnut und Binnenschif In Basel fand z cher Zeit eine nationale Ausst gleichen Namens
2. Teilkonferenz	London	24. Sept. bis 6. Oktober 1928	Brennstoffe Klasse 1: Feste I stoffe, Klasse 2: Flüssige Brennstoffe, Klasse 3: Gasfö Brennstoffe, Klasse 4: Allgen über Brennsto wendung, Klasse 5: Allgeme
3. Teilkonferenz	Barcelona	Mai 1929	Ausnutzung der läufe und der Elekt in der Landwirtsc Wahrscheinlich einer elektrotechn Ausstellung
4. Teilkonferenz	Tokio	Oktober 1929	Ausnutzung v Wasserkraft- und nischer Energie; trizität im Fernen In Verbindung dem gleichzeitig in stattfindenden „ Engineering Cong
2. Weltkraftkonferenz	Berlin	1930	Das Programm vorbereitet. Vorge sind: Energiesp rung und -verteilu

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS
71 SONNABEND, 24. DEZEMBER 1927 Nr. 52

Die Werkstofftagung Berlin 1927

Von C. Matschoß, Berlin

(Hierzu Textblatt 27 bis 32)

Rückblick auf Werkstofftagung und Werkstoffschau — Veranstalter, Umfang des Unternehmens, Vorarbeiten und Durchführung — Auswertung im Schrifttum und in Vorträgen und unmittelbarer Nutzen — Erhaltung von Teilen der Werkstoffschau

[S]onntag, den 13. November, abends 10 Uhr, ist die Werkstoffschau und damit das gesamte Unternehmen der Werkstofftagung geschlossen worden. Dieser [..]e Abschluß einer jahrelangen Arbeit, sowie die Be[..]ng und Anerkennung, die das Unternehmen gefunden [r]echtfertigen es, rückblickend hier kurz den Weg, den [..]egangen sind, darzulegen, das Ergebnis festzustellen [d]ie wichtigsten Gesichtspunkte zusammenzufassen[1]).

[D]er Gedanke der Werkstofftagung ist aus einem [..]ntnis entsprungen: Wir Verbraucher des Werkstoffs [..]n zu wenig vom Werkstoff selbst, und wir Erzeuger [W]erkstoffs wissen zu wenig von den Anforderungen [V]erbrauchers an den Werkstoff. Erzeuger und Ver[..]cher müssen sich zu gemeinsamer Arbeit zusammen[..]ßen, um wichtige Fortschritte der Technik, die vom [..]stoff abhängig sind, zu erreichen.

[D]urchführung. Der Verein deutscher In[..]ure fand bei der Darlegung dieser Gedankengänge [v]ollste Unterstützung des Vereins deutscher Eisen[hü]tteleute, der Gesellschaft für Metallkunde und des Zen[..]rbandes der Deutschen Elektrotechnischen Industrie[2]). [..] vier Organisationen wurden die Träger des Unter[..]ens. Aber auch sie wieder waren angewiesen auf die [..]lose und tatkräftige Mitarbeit vieler andrer technisch [..]nschaftlicher und wirtschaftlicher Vereine, sowie vor [..] auf die führenden Firmen der Werkstoff erzeugenden [..]strie, auf die Verbraucher und die Firmen, die Prüf[..]hinen und alle die vielfältigen andern Apparate zur [..]bestimmung des Werkstoffs herstellen. Die Wünsche [..] Verbraucher wurden durch den zu Beginn des [..]es 1927 gegründeten Beirat der Verbraucher gesammelt [..] für die Werkstoffvorträge verarbeitet, auch ein großer [..] bemerkenswerter Ausstellungsstücke auf der Werk[..]schau wurde vom Beirat der Verbraucher zur Ver[..]ng gestellt. Es gelang, die Ingenieure und Hütten[..] für den Gedanken zu begeistern, in gemeinsamer [..]it zu zeigen, was heute erreicht ist und den Weg zu [..]en, den man gehen muß, um weitere Fortschritte zu [..]len.

Der Verein deutscher Ingenieure hatte zunächst bei [..]ersten Plänen an die Werkstoffe in weitestem Umfang, [a]uch an die Betriebstoffe gedacht. Bei der vertieften [..]harbeitung des ganzen Planes zeigte sich aber, daß [..]r Zeit noch Raum noch die zur Verfügung stehenden [..]mittel ausreichten, um neben den Metallen und den Iso[..]toffen auch noch die Riesengruppe der Baustoffe in [..]h gründlicher Form darzustellen. Man hat sich des[..]bald auf das in dieser Tagung behandelte Gebiet be[..]änken müssen. Der Verein hat sich vorbehalten, ge[..]nenfalls später auch andre Werkstoffgruppen, falls er[..]eichende Unterstützung der in Frage kommenden Fach[..]etungen findet, ähnlich zu behandeln.

Die Werkstofftagung gliederte sich in den wissen[scha]ftlichen Teil der Werkstoffvorträge und den darstellenden Teil der Werkstoffschau. In den eingehend durchgearbeiteten wissenschaftlichen Kursen, die vorgesehen waren, haben 196 Vortragende im ganzen 226 Vorträge gehalten. Der Besuch war über alles Erwarten gut. Wir hatten bestenfalls mit der Ausgabe von 2000 Karten gerechnet, rd. 8000 Karten sind ausgegeben worden. Für manche der Vorträge langten die großen Räume der Technischen Hochschule nicht aus. Die 226 Vorträge hatten im Mittel nicht weniger als je 395 Besucher. Auch der Besuch hervorragender Ausländer bei den Vorträgen war stark.

Sehr frühzeitig war man sich darüber klar gewesen, daß man mit den Vorträgen eine planmäßig durchgearbeitete Vorführung von Anschauungsmaterial verbinden sollte. Diesen Gedanken hatten wir bald dahin erweitern müssen, daß es dringend erwünscht sei, die Werkstoffprüfung im großen praktisch zu zeigen. Für diese Werkstoffschau stellte das Ausstellungs- und Messeamt der Stadt Berlin die neue große Autohalle zur Verfügung. Es hat uns mit seinen Erfahrungen in dankenswerter Weise weiter geholfen, besonders auch auf dem Gebiete der notwendigen Propaganda für den Besuch der Werkstoffschau.

Entscheidend für den Erfolg des ganzen Unternehmens war die sorgfältige wissenschaftliche Vorbereitung innerhalb der Fachgruppen. In den in Frage kommenden Industriegebieten ist teilweise über ein Jahr an der Durchführung des großen Planes gearbeitet worden. Die Fachgruppen übertrugen die Verantwortung für das, was zu zeigen war, angesehenen unabhängigen Fachmännern, die bereits seit langem das wissenschaftliche Vertrauen dieser Gruppen genossen und die nun, nur von dem Wunsch geleitet, das für das Ziel der Werkstofftagung Notwendigste zu zeigen, ihre Arbeit selbstlos unter Überwindung vieler Schwierigkeiten durchführten. Man ist an vielen Stellen so weit gegangen, in einzelnen Werken, z. B. des Industriegebiets, ganze Abteilungen fertig aufzubauen, durch die Kommission beurteilen zu lassen und zu ändern und wieder zu ändern, um sie erst nach voller Zufriedenstellung in Kisten verpackt nach Berlin zu schicken.

Einer der auffallendsten und wichtigsten Grundsätze war die Anonymität der Ausstellung. Es sollte gezeigt werden, was der „deutsche" Werkstoff heute ist und welchen Ansprüchen er genügt. Der Name der Firma trat vollständig zurück. Nur an besonders eingerichteten Auskunftstellen konnte man Einzelheiten erfahren. Dieses vollkommene Zurücktreten der privatwirtschaftlichen Gesichtspunkte der einzelnen Firmen ist gerade vom Ausland aus als kennzeichnend für die Zielsicherheit der deutschen Technik und Industrie und für den Willen zur Gemeinschaftsarbeit hoch anerkannt worden.

Mit diesem Weglassen der einzelnen Firmenbezeichnung war aber noch mehr erreicht. Erst jetzt konnten die das ganze Gebiet bearbeitenden wissenschaftlichen Mitarbeiter, ohne die eine oder die andre Firma zu schädigen, aus der großen Zahl der Firmen diejenigen aussuchen, die das eine oder andre zu zeigen hatten. Damit wurde eine ungewöhnliche Konzentration der ganzen Ausstellung erreicht, die so weit ging, daß manche Fachmänner darauf

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1413 und 1559, VDI-Nachrichten 6. Jahrg. Nr. 52, 7. Jahrg. 1927 Nr. 30, 39 und 41 bis 46.
[2]) Vergl. VDI-Nachrichten 7. Jahrg. 1927 Nr. 8, 12, 16 und 21.

hinwiesen, daß sie für eine kleine Abteilung Tage brauchten, um sie gründlich kennen zu lernen. Voraussetzung war ebenfalls, daß der äußere Rahmen der ganzen Schau den Firmen zur Verfügung gestellt und von einer Platzmiete vollständig abgesehen wurde. Bei der alten Form der Ausstellung, wo es jeder Firma überlassen bleibt, soviel Platz für sich in Anspruch zu nehmen, als sie bereit ist, zu bezahlen, sind endlose Wiederholungen nicht zu vermeiden, da dann natürlich jede Firma zeigen will, was sie selbst leistet, gerade auch dann, wenn die in Wettbewerb stehende andre Firma die gleichen Gegenstände zeigt.

Die Gliederung der Werkstofftagung in die drei Fachgruppen: Stahl-Eisen, Metalle, Isolierstoffe der Elektrotechnik, wurde überdeckt durch die zweite Einteilung: in das Prüffeld und die Werkstoffübersicht. Der untere Raum der Halle von 9270 m² nahm das groß angelegte Prüffeld in Anspruch. Hier arbeiteten ständig mehr als 200 Prüfmaschinen. Daneben zeigten sich zahlreiche andre Abteilungen, z. B. die der Prüfung mit Hilfe von Röntgenstrahlen, in vollster Arbeit. Die Elektrotechnik führte in einem großen Prüffeld Versuche vor mit Gleichstrom und Wechselstrom von einer Million Volt Spannung. Der übrige Teil der Halle zu ebener Erde sowie die 4230 m² umfassende Galerie war angefüllt von der Werkstoffübersicht. Wie sorgfältig hier immer nur mit dem einen Ziel der Belehrung die Gruppen angeordnet waren, zeigen die beigefügten Abbildungen, Textblatt 27 bis 32, die natürlich nur in einem kleinen Teil dessen, was die Werkstoffschau bot, hier den Besuchern in Erinnerung bringen können.

Bei der Einrichtung der Werkstoffschau waren sehr große Schwierigkeiten zu überwinden. Die Halle, für ganz anders geartete Ausstellungen, z. B. Vorführung fertiger Kraftwagen, gebaut, mußte erst für den vorliegenden Zweck vorbereitet werden. Sie hat keinerlei Eisenbahnanschluß und keine Hebezeuge. In dankenswerter Weise wurden uns zwei große Laufkrane für je 5 t in den Teil der Halle, die die schwersten Stücke erhielt, eingebaut. Es waren Ausstellungsstücke von 17 t Gewicht, wie z. B. das große Getriebe, zu bewältigen, die zum Teil auch außerhalb der Reichweite der erwähnten Krane aufzustellen waren. Die großen Werkstoff-Prüfmaschinen brauchten, um genau arbeiten zu können, sehr tiefgehende schwere Fundamente, nicht weniger als 320 m³ Beton mußten eingebaut werden. Selbst die vorhandene Beleuchtung genügte in keiner Weise für die Arbeiten, die hier zu verrichten waren. Es fehlten vollständig die vielen Leitungen für Strom, Wasser und Gas, die die verschiedenen Abteilungen notwendig brauchten. Der Aufbau eines riesigen, voll arbeitenden Prüffeldes bedeutet eine große Arbeit und auch sehr hohe Kosten; sechs Wochen, zuletzt in Tag- und Nachtarbeit, mußte am Aufbau gearbeitet werden.

Der Besuch der Schau hat allen Erwartungen entsprochen. 235 000 Besucher sind gezählt worden. Davon entfallen 45 000 auf Schulen, die sich zuletzt auf so wenige Stunden zusammendrängten, daß sie zum Teil die fachmännischen Besucher am Studieren hinderten. Auf der andern Seite war es erfreulich, daß gerade auch der Jugend Gelegenheit geboten wurde, in ein Arbeitsgebiet der Technik Einblick zu gewinnen, das nur sehr selten nicht zum Fach Gehörige zu sehen bekommen. Kostbare wissenschaftliche Apparate, einst nur als wohlbehüteter Stolz des hervorragenden Forschers an Universität und Hochschule zu finden, sind heute normales industrielles Werkzeug. Mikroskop und Röntgenapparat stehen im gleichen Range mit Hammer, Meißel, Drehbank und Feile.

Wir sind stolz, daß wir Besucher aus allen Kreisen des deutschen Volkes zählen konnten. Nicht nur Ingenieure und Generaldirektoren besuchten die Schau, sondern auch Volkswirte, Handwerker und Künstler. Wer von denen, die der Fachtechnik ferner stehen, mit aufmerksamen Sinnen diese Schau sah, mußte sich auch darüber klar werden, daß heute in der die großen Werte schaffenden Industrie sehr wichtige Arbeitsgebiete vollkommen unabhängig geworden sind von dem Willen des einzelnen Menschen. Weder Aufsichts- noch Betriebsrat können durch Mehrheitsbeschluß die Gütebeschaffenheit des Materials feststellen. Die objektive Wahrheit der Naturerkenntnis steht über dem Willen der Menschen. Es gibt also

große wichtige Gebiete des Zusammenarbeitens, be
Weltanschauungsfragen keine Rolle spielen; auch
wisser Trost in unsrer heute so nach Anschauung
klüfteten Zeit. Die Funktion des Wollens tritt erst
in Wirksamkeit, wenn es sich darum handelt, ob m
was die wissenschaftliche Forschung lehrt, beacht
oder nicht. Hier pflegt aber der Nichtbeachtung so
die Strafe zu folgen, daß heute die deutsche Indus
wöhnt ist, auf das Ergebnis wissenschaftlicher Fo
ausschlaggebenden Wert zu legen.

Auswertung. Schon in der langen Vorbe
der Werkstofftagung ist die Frage der Auswertu
behandelt worden. Die Fachgruppen für Stah
und für Metalle haben sich von vornherein entsc
Werkstoffhandbücher herauszugeben. Und zwar h
die starre Form des gebundenen Buches aufgegeb
das Ergebnis unsrer heutigen Erkenntnis so ku
möglich auf losen Blättern zusammengefaßt, die
einem Ringbuch zusammenhält. Es lassen sich
Laufe der Weiterentwicklung notwendig werdend
gänzungen in Ersatz- und Ergänzungsblättern oh
teres einfügen. Diese Handbücher haben solche
kennung gefunden, daß die erste Auflage des We
handbuches „Nichteisenmetalle" in Höhe von 2000
plaren bereits vergriffen ist, und daß nicht wenig
emplare auch von dem Werkstoffhandbuch „Eise
Stahl" abgesetzt wurden. Diese Handbücher si
ausgezeichnete Mittel für das zusammengefaßte n
digste Wissen vom Werkstoff erkannt worden.

Über den Werkstoff sind als Vorbereitung zur
stofftagung bis zum November dieses Jahres zah
Aufsätze in den führenden technischen Fachzeitsc
die sich mit diesen Fragen befassen, erschienen.
Zeitschrift allein hat 1926 und 1927 154 Aufsät
Rundschaubeiträge über Werkstofffragen mit zus
533 Seiten Umfang gebracht. Von den Vorträg
Werkstofftagung ist etwa die Hälfte bereits in de
schiedensten Zeitschriften abgedruckt worden.

Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hat sich
dem in dankenswerter Weise entschlossen, sämtli
seiner Fachgruppe gehaltene Vorträge nebst den
tigsten Teilen des Meinungsaustausches mit Abbil
von der Werkstoffschau und kurzem Text gruppe
in einzelnen Heften herauszugeben. Die Deutsche
schaft für Metallkunde sucht mit dem Verein de
Ingenieure gemeinsam nach einem Weg, das gleic
die Nichteisenmetalle durchzuführen. Die Elekt
nik hat in ihrer Hauptzeitschrift — der ETZ — in
umfangreichen Sonderheft die elektrischen Isolie
behandelt. Darüber hinaus wird geplant, von dem
tigsten in Tafeln dargebotenen Wissensstoff einig
Unterrichtzwecke besonders Bearbeitetes durch den
schen Ausschuß für technisches Schulwesen in bes
Tafeln herauszugeben. Die Werkstoffvorträge u
Werkstoffschau bieten einen Riesenstoff für Unt
und Vorträge über Werkstoffe in den vielen hun
von technischen Vereinen Deutschlands. Lichtbild
andres Material steht für diese Vorträge zur Verf

Der wichtigste Teil der Auswertung ist beim
der Werkstoffschau selbst vor sich gegangen.
maßgebende Firmen hatten ihre Fachmänner zum St
einzelner Abteilungen nach Berlin entsandt. Wa
gelehrt und gelernt wurde in der mündlichen B
chung, an Apparaten und Maschinen, von Fachma
Fachmann, entzieht sich natürlich jeder Feststellu
sind uns aber so viele anerkennende Äußerungen,
über den Nutzen, der hierdurch erzielt wurde, zu
gen, daß man annehmen kann, daß die Erwartunge
ständig erreicht wurden. Es ist zu hoffen, daß si
Worte des Reichspräsidenten, als er nach seinem
die Werkstoffschau verließ, erfüllen werden: „Die
Bedeutung dieser Schau wird sich für die deutsche
nik und Industrie noch nach Jahren auswirken."

Die Anerkennung des großen Unternehmens li
dem Besuch der Vorträge und der Schau, der sic
Tag zur Tag steigerte. Von den verschiedensten
wurde dringend gewünscht, die Schau zu verlä
Dies war leider unmöglich, weil die Firmen schon h

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927

Eingang zur Werkstoffschau

Kupferschale, 5 m Dmr., 1,7 m Höhe, 3,5 t Gewicht; Stahlhaus; Breitflanschträger über dem Eingang, 32 m Länge, 7,8 t Gewicht.

Blick durch den Mittelgang

Links: Gruppe Nichteisenmetalle, rechts: Gruppe Stahl und Eisen, im Hintergrund das elektrotechnische Hochspannungsprüffeld

Abteilung Wärmebehandlung

Glühen, Härten, Anlassen. Vergüten

Abteilung Bearbeitbarkeit

Drehen, Fräsen, Hobeln, Pressen, Schleifen, Bohren

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927

Teil der Abteilung Metallographische Prüfung der Gruppe Stahl und Eisen
Mikroskopie

Teil der Abteilung Mechanische Prüfung der Gruppe Stahl und Eisen
Prüfmaschinen für Druck- und Zugversuche

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927

Aufgeschnittene Flußstahlblöcke mit Seigerungserscheinungen und Gasblasen

Rohrherstellung nach dem Mannesmann-Pilger-Verfahren (bis 600 mm l. W.)

Vergleich zwischen Stahl 37, Stahl 48 und Si-Stahl Knotenpunkt für gleiche Belastung.

Nahtlose Stahlflaschen, Faltenrohr-Lyrabogen, Rohrkammer (527 mm Außen-Dmr., 11,5 mm Wanddicke und 90° Krümmung, Krümmungs-Halbmesser 1900 mm)

Geschweißte Trommel eines Hochdruckkessels

Stahlgußstücke

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927

Nichtrostende und säurebeständige Sonderstähle

Beispiele für Probenahme an Werkstücken

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927

Drähte und Seile in der Abteilung Kupfer

Teil einer Schiffsschraube aus Sonderbronze

Geräte aus Nickel

Teile aus Zinkblech und Zinkspritzguß

Abteilung Aluminiumgußlegierungen

Lüfter und Rohrleitungen
aus Hartblei

…cleron-Drehgestell und Duralumin-Förderkorb (links)
…ragfläche und Luftschiff-Gitterträger aus Duralumin
(rechts)

Magnesium-Legierungen — Teile aus Elektron

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927

Elektrotechnisches Hochspannungsprüffeld

Prüfmaschinen und -geräte für Isolierstoffe

Abteilung für geschichtete Isolierstoffe

e Fachmänner für die Durchführung der Versuche e Beratung der Besucher drei Wochen frei gemacht so daß zum Teil der wissenschaftliche Betrieb er Firmen vollständig stillgelegt war. Es ließ cht rechtfertigen, hier noch größere Opfer an Zeit langen. Andere Beamte, die für eine Ablösung in kommen konnten, standen nicht zur Verfügung.

ne besonders große Anerkennung des wertvollen n Gehalts der Veranstaltung ist auch in den viel- Wünschen und Anregungen zu sehen, die Werk- hau in ihrer Gesamtheit als Studienausstellung Museum zu erhalten. Der Gedanke war nicht zu klichen. Der Verein deutscher Eisenhüttenleute h aber im Einverständnis mit der ihm nahestehen- dustrie entschlossen, einen großen Teil der beleh- Ausstellung zu erhalten und in den Räumen des -Wilhelm-Instituts für Eisenforschung in Düssel- ür den öffentlichen Besuch zugänglich zu machen. he Gedanken beschäftigen die Deutsche Gesell- für Metallkunde. Außerdem soll versucht werden, elen Wünschen für Überlassung einzelner Teile, die vom Deutschen Museum, von Instituten und Hochschulabteilungen geäußert wurden, nach Möglichkeit zu entsprechen.

Die Anerkennung, die die Veranstaltung von Seiten des Reichspräsidenten, von Reichs- und Landesministern, sowie von hervorragenden Vertretern der deutschen Technik und Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft gefunden hat, wird die vielen Mitarbeiter, die ihre volle Arbeitskraft und ihr bestes Können und Wissen selbstlos zur Verfügung stellten, ebenso erfreuen, wie der große Widerhall, den ihre Arbeit in der deutschen und internationalen Fach- und Tagespresse gefunden hat.

Als im Jahre 1856 achtzehn junge Ingenieure den Verein deutscher Ingenieure gründeten, setzten sie ihm das Ziel, durch Zusammenfassung der geistigen Kräfte für das Wohl der vaterländischen Industrie zu arbeiten. Nur, weil es gelungen ist, die geistigen Kräfte von hunderten von Mitarbeitern in den großen Gedanken der Förderung deutscher Technik zu gemeinsamer Arbeit zusammenzufassen, können wir uns heute des erreichten Erfolges freuen. [B 1044]

eisen für die Herstellung von Kokillen

e Herstellung von Kokillen erfordert große Sorgfalt, le Walz- und Gußfehler auf die mangelhafte oder un- ete Form und auf die innere Beschaffenheit der Ko- zurückzuführen sind. Ein enges Zusammenarbeiten ahlwerkes mit den Herstellern der Kokillen ist daher erlich, da heute viel größere Anforderungen an sie ntlich genauer Form und Aussehen gestellt werden, öglichst geringen Abfall und Ausschuß im Stahl- und erk zu erhalten.

e Firma The Valley Mould & Iron Co., Hubbad Ohio[1]), nerhalb zweier Jahre bereits die zweite größere An- ur Herstellung von Kokillen erbaut. Das neue Werk eben dem der Youngstown Sheet & Tube Co., die isen zum Gießen der Kokillen unmittelbar aus dem fen liefert. Die Anlage ist so angeordnet, daß die Ko- in einem fortlaufenden Arbeitsgang hergestellt wer- önnen.

ie Kerne für die Kokillen stampft man an dem einen der Haupthalle ($301 \times 24{,}5$ m²), worauf man sie tzt und trocknet. Darauf stampft man die Formkasten, tzt und trocknet sie. Dann setzt man die Formkasten men und stülpt sie über den Kern. Nach dem Gießen t man die Formkasten, läßt die gegossenen Kokillen len und säubert sie. Am andern Ende der Haupthalle n die Kokillen verladen.

estlich neben der Haupthalle sind in einer Halle 21 m²) die Formkasten untergebracht. Östlich der halle liegt eine weitere Halle (106×21 m²), in der die orratbehälter und die Sandaufbereitung aufgestellt Die Kokillenplatten und verschiedene andre Gußteile, ließlich der neuen und ausgebesserten Ersatzteile für asten, Kernspindeln usw., stellt man in einer Halle 21 m²) her, die in der Verlängerung der Sandvorrat- iegt. Zu beiden Seiten der Halle sind Gleise verlegt, nen eine Sandschleudermaschine fährt, die den Sand oher Geschwindigkeit in die Formkasten wirft. Ein ran hebt die Formkasten und die Kokillen heraus und ert die Sandschleudermaschine von einem Gleis zum n. Die Pfannen werden in einem Raum zwischen der rmerei und der Sandaufbereitung überholt, feuerfest kleidet und getrocknet.

ür Formen und für Kerne wird grober Sand verwendet. erhältnis von neuem zu altem gebrauchten Sand hängt Hauptsache von der Form der Kokille, von der Wanddicke und von dem Gewicht ab. Im allgemeinen mischt man neuen und gebrauchten Sand zu gleichen Teilen.

Das Kerngehäuse, das aus einem Stück oder aus vier losen Platten, um einen Richtpfosten angeordnet, hergestellt ist, wird im Kernkasten gelagert, der Kernformkasten wird geschlossen und mit Drucklufthämmern mit Sand vollgestampft. Die durchschnittliche Dicke des Sandes um das Kerngehäuse beträgt rd. 50 mm. Der Kern wird mit dem Kran herausgehoben, über einen langen Trog gehängt und geschwärzt.

In dem ölgeheizten Trockenofen kann man gleichzeitig 40 Kerne bei einer Temperatur von rd. 300 °C in 3 bis 4 h trocknen. Die Kerne werden mittels kurzer Eisenstangen, die oben durch den Hals des Kerngehäuses gezogen werden, auf den Köpfen von Schienen gelagert, die durch den Ofen gezogen sind. Die Decke des Gewölbes wird durch flache, auf Rollenlagern laufende Stahltüren verschlossen. Die getrockneten Kerne werden in einer Reihe auf Platten, die auf Wagen befestigt sind, vor den Stampfbänken der Formkasten aufgestellt. Nachdem die Formkasten über die Kerne gestülpt sind, werden die Wagen zu einer der beiden parallel laufenden Gießbühnen gebracht.

Die schweren, in der Kokillengießerei benutzten Formkasten sind senkrecht in der Mitte geteilt und werden mittels Bolzen verbunden. Jede Formkastenhälfte hat einen oder zwei Stahlbügel, um sie mit dem Kran befördern zu können.

Der Formkasten wird in wagerechter Lage zusammengebaut, dann senkrecht aufgehängt und über das Holz- oder Metallmodell gestülpt, das auf einer Platte steht, die Führungsbolzen hat. Druckluftrammer, die an einem Seil mit Gegengewicht hängen, stampfen den Sand in den Formkasten ein. Der Einguß wird erst angebracht, wenn die Form von dem Modell abgezogen und auf einen Bock gestellt ist, wobei man auch Fehler ausbessern und die Oberfläche der Form schwärzen kann.

Von hier befördert man die Formen zur Trockenbühne, die mit 20 Ölbrennern in vier Reihen ausgerüstet ist. Jede Form wird über einen Brenner gestellt und in 2 bis 3 h getrocknet. Die zusammengebauten Formkasten werden zur Gießbühne gebracht. Die Hochöfen sticht man Tag und Nacht in Abständen von 4 h ab, daher muß immer eine genügende Anzahl von Formkasten bereitstehen. Nachts, Sonntags und an Feiertagen wird das Eisen in Masseln gegossen. Das flüssige Eisen wird in 40-t-Pfannen vom Hochofen gebracht und mittels eines Kranes in 15 t-Gießpfannen mit Bodenverschluß verteilt. [N 1063]

Berlin Steck

[1]) „The Foundry" Bd. 55 (1927) S. 882.

Auspufftemperaturen und Leistungsgrenzen von Dieselmaschinen mit ungekühlten Grauguß-Tauchkolben

Von Dr.-Ing. V. Heidelberg, Bensberg

Aufstellung der Beziehungen zwischen Auspufftemperatur, Leistung und Drehzahl einer gegebenen Maschine als Mittel zur schnelle Bestimmung der Lastverteilung auf die Zylinder und der zulässigen Höchstleistung unter beliebigen Verhältnissen — Abhängigke der Höchstleistung von Zweitaktmaschinen vom Gegendruck.

Die starke Verbreitung von Dieselmaschinen aller Arten und Größen in den letzten Jahren auf allen Gebieten hat die Frage des Nachweises der Nutzleistung solcher Maschinen von neuem aufgerollt. Da es nicht möglich ist, die Nutzleistung einer Maschine im wechselnden Fabrikbetrieb und vor allem im Fahrzeug jederzeit genau zu messen, hat man neuerdings vorgeschlagen, wieder wie im alten Schiffsmaschinenbau die indizierte Leistung anzugeben, obgleich für den Besitzer der Maschine nur die Leistung am Schwungrad oder am Wellenstumpf wichtig ist, die Leistung, die ihm zur Verfügung steht und nach der er seine Arbeitsmaschinen bemessen muß, während er praktisch mit der Angabe der indizierten Leistung nichts anfangen kann.

Dazu kommt, daß man bei schnellaufenden mehrzylindrigen Dieselmaschinen, auf die neuerdings die Entwicklung zustrebt, die indizierte Leistung überhaupt nicht genau bestimmen kann. Auch bei Anwendung von Indikatoren mit kleinen bewegten Massen muß man wegen der hohen Drehzahlen und Zünddrücke sehr starke Federn verwenden; der Maßstab der Diagramme, die den Druckverlauf richtig anzeigen, wird infolgedessen sehr klein, die Planimetrierung solcher Diagramme so ungenau, daß schon die Dicke des Striches Fehler von 15 bis 20 vH ergibt.

Sorgfältige Messungen an Mehrzylindermaschinen kann man ferner nicht so durchführen, daß man mehrere Indikatoren anbaut, da ihre Aufzeichnungen gegeneinander nach kurzer Zeit der Benutzung erheblich streuen. Man zieht daher vor, z. B. bei Sechszylindermaschinen, die lange gleichmäßig belastet laufen, die Zylinder nacheinander mit einem und demselben Indikator zu prüfen. Der Ausgleich der Zylinderleistungen gegeneinander ist mit Hilfe von Diagrammen nur möglich, nachdem man die Diagramme ausgewertet und verglichen hat, während häufig der praktische Betrieb eine sofortige Bestimmung der Zylinderleistungen und Verteilung der Last auf die Zylinder erfordert.

Dies hat dazu geführt, daß bei schnellaufenden Maschinen Indiziervorrichtungen häufig nicht mehr vorgesehen werden. Bei Fahrzeugmotoren war dies unbedenklich, so lange sie Vergasermotoren waren, bei denen sich die Leistungen selbsttätig ohne Eingriffe der Bedienung auf die einzelnen Zylinder verteilen. Anders bei Ölmotoren, wo die Leistung des einzelnen Zylinders von der Menge eingespritzten Öles sowie der Beschaffenheit der Brennstoffpumpe und der Einspritzventile abhängt und wo bei Ausfall eines Zylinders durch Überlastung der übrigen Zylinder die ganze Maschine leiden kann.

Auch bei Motorschiffen von kleiner und mittlerer Leistung ist die Bestimmung der Leistung und die gleichmäßige Verteilung der Belastung auf die Zylinder wichtig. Bei Kanalschleppern ist das genaue Ei schwer, weil infolge von Begegnungen der Schle wechselnder Wassertiefe und Kanalbreite die Mas belastung auf der Fahrt dauernd schwankt. Dabei Schiffsbetrieb die Kenntnis der Maschinenleistung wichtiger, als nur die Schleppkraft und die Gesch keit des Schiffes für den Besitzer von Wert ist Größen aber nicht nur durch die Maschinenleistun dern auch durch die Form des Schiffskörpers u Schiffsschraube bestimmt werden. Da es sehr ist, die günstigsten Schraubenabmessungen eindeut zulegen, so können, falls das Schiff in bezug a schwindigkeit und S leistung die Kaufbe gen nicht erfüllt, Streitigkeiten zwisch Einzellieferern ent die man nur durch s und eindeutige Besti der Maschinen-Nutzl vermeidet.

Abb. 1
Prüfstand mit einer Junkersschen Wasserbremse

Hierbei genügt rungsgemäß nicht d gebnis von Abnah suchen an der Masch Werk der Erbauerin, es den Schiffseigner überzeugt. Erwünsc vielmehr ein anerk Verfahren, das erm die Leistung im Schi große Vorbereitung kostspielige Versu richtungen zuverläs bestimmen. Messung Torsiographen sind kleineren Anlagen, unter 1000 PS, um sich hier in erster handelt, zu umständli zu teuer.

Messung der Ausp temperatur

Eine sehr gute lichkeit, die Leistun cher Maschinen zu men, bietet die Messung der Temperatur der Auspu ein Verfahren, das zur Zeit häufiger im Ausland uns angewandt wird. Dieses Verfahren läßt sic unabhängig von Drehzahl, Größe und Arbeitsve der Maschinen mit bereits gut erprobten Mitteln führen und ermöglicht, auf dem Prüfstand die Abh keit der Auspufftemperatur von der Drehzahl u stung einer gegebenen Maschine in einem Dia festzulegen, aus dem man augenblicklich die je Belastung der Maschine ablesen kann.

Innerhalb des Leistungsbereichs, der für laufende Maschinen zur Zeit in Frage kommt, ist es auf den Prüfständen die Nutzleistungen mit Wasse sen oder Pendeldynamos genau zu messen. Ver man stark überbemessene Wasserbremsen, die ein feinfühlige Einstellung gestatten, so kann man über Drehzahl- und Leistungsbereiche sorgfältige Mes vornehmen. Mit gleich großer Genauigkeit kann m Stickstoff-Quecksilber-Thermometern oder ge Thermoelementen unmittelbar hinter den Auspuffv jedes Zylinders bei Viertaktmaschinen und hint Auspuffschlitzen bei Zweitaktmaschinen die mi Temperaturen der Auspuffgase messen.

erden die Messungen unter Aufsicht des mit der nahme der Maschine beauftragten Ingenieurs ausgeführt und aufgetragen, so bieten sie ein bequemes Hilfsmittel, bei jeder beliebigen Drehzahl die jeweilige Leistung anzugeben. Man braucht dabei nur eine Anzahl von Thermometern oder ein Hauptgerät abzulesen, das mittels Druckknopf- oder Kurbelschaltung an die Thermoelemente der Zylinder geschaltet wird.

Temperaturmessungen dieser Art legen für eine bestimmte Maschine die Beziehungen zwischen Drehzahl, mittlerem nutzbarem Kolbendruck und Auspufftemperatur fest; sie dienen weiter dazu, die Höchstleistung einer Maschine bei verschiedenen Drehzahlen zu bestimmen. Hierdurch werden solche Messungen auch maschinentechnisch wertvoll, zumal die Abgastemperatur eine wichtige Kennziffer der Maschine ist[1]). Führt man diese Messungen an einer Reihe von Maschinen auf dem Prüfstand durch, so kann man folgende Aufgaben lösen:

1. Schnelle Bestimmung der Nutzleistung bei jeder beliebigen Drehzahl und Abmessung der Maschine,
2. Verteilung der Gesamtleistung der Maschine auf die Zylinder,
3. Bestimmung der zulässigen Grenzen von Drehzahl, mittlerem nutzbarem Kolbendruck und Temperatur der Auspuffgase in Abhängigkeit voneinander,
4. Bestimmung der erreichbaren Höchstleistungen.

Versuche

Die Wichtigkeit der Aufgabe gab Anlaß, in den Werkstätten der Motorenfabrik ... eine große Reihe solcher Messungen durchzuführen und graphisch auszuwerten. Bei diesen Versuchen wurde der Motor mit einer Junkersschen Wasserbremse, Abb. 1, belastet; zum Messen der Temperaturen dienten Stickstoff-Quecksilber-Thermometer, deren Angaben nach einem amtlich geeichten Thermometer berichtigt wurden. Die Leistungen der Zylinder wurden genau ausgeglichen und als Temperaturen der Auspuffgase Mittelwerte aus den Ablesungen an den einzelnen Zylindern angesehen. Die Meßstellen befanden sich in den ungekühlten Auspuffkrümmern unmittelbar hinter den Auspuffventilen. Die Thermometer wurden in die Abgasrohre ohne Schutzhülse eingebaut, wobei ihre Quecksilberkugeln allseitig durch die

Auspuffgase bespült wurden. Alle Maschinen hatten ungekühlte Tauchkolben aus Grauguß, die Auspuffventilgehäuse der Viertaktmaschinen hatten Wasserkühlung, die Ventilkegel und ihre Sitze dagegen nicht.

Für die Versuche standen zur Verfügung:

Drei einfachwirkende Viertaktmaschinen mit je 6 Zylindern von 30,4 l, 62,3 l und 123,8 l Hubraum des Einzelzylinders, und zwar kompressorlose Einspritz-Dieselmotoren mit rd. 25 at Enddruck der Verdichtung, rd. 40 at Zünddruck bei Nennleistung und 170 g/PS$_e$h spezifischem Brennstoffverbrauch zwischen ⅔ Last und 10 vH Überlast.

Eine Zweitaktmaschine mit 4 Zylindern von 9,41 l gesamtem und 7,24 l wirksamem Hubraum jedes Einzelzylinders, Kurbelkastenspülung und Vorkammerzündung; spezifischer Brennstoffverbrauch 190 g/PS$_e$h.

Abb. 2
Hubraum des Einzelzylinders 30,4 l

Abb. 3
Hubraum des Einzelzylinders 62,3 l

Abb. 2 bis 4. Auspufftemperaturen in Abhängigkeit von der Nutzleistung der einzelnen Zylinder, dem mittleren nutzbaren Kolbendruck und der Drehzahl. Sechszylinder-Viertaktmaschinen mit ungekühlten Grauguß-Tauchkolben.

Abb. 4. Hubraum des Einzelzylinders 123,8 l

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 914.

Abb. 5
Auspufftemperaturen in Abhängigkeit von der Nutzleistung der einzelnen Zylinder, dem mittleren nutzbaren Kolbendruck p_e und der Drehzahl sowie Abhängigkeit des höchsten nutzbaren Kolbendrucks $p_{e_{max}}$ von der Drehzahl bei 375 °C Auspufftemperatur. Vorkammer-Zweitaktmaschine.

Abb. 6 und 7
Sechszylinder-Viertaktmaschine bei Gasbetrieb. Hubraum des Einzelzylinders 62,3 l.

Abb. 6
Auspufftemperatur bis 510 °C

Abb. 7
Auspufftemperatur 530 °C

Die Messungen wurden an mehreren Maschinen der gleichen Gattung und Größe ausgeführt und ergaben nur ± 5 ° Streuung der Temperaturwerte, was bei Viertaktmaschinen im Bereich der Nennleistung einen Meßfehler von 1,5 vH bedeutet.

Die Ergebnisse sind in Abb. 2 bis 5 aufgetragen, wobei als Abszissen die Nutzleistungen in einem Zylinder, als Ordinaten die mittleren Auspufftemperaturen dargestellt sind. Die Linien stellen die Abhängigkeit der mittleren Auspufftemperaturen von der Leistung bei gleichbleibender Drehzahl und von der Drehzahl bei gleichbleibendem mittlerem nutzbarem Kolbendruck dar. Die Temperaturkurven für gleichbleibende Drehzahl sind bei Viertaktmaschinen schwach gekrümmt. Ersetzte man sie durch Geraden, so betrüge der größte Fehler 25 °C (rd. 15 vH), der selbst für überschlägliche Messungen (Bestimmung der Linien gleichbleibender Drehzahlen aus zwei Meßpunkten) schon zu groß scheint. Bei Zweitaktmaschinen, Abb. 5, sind diese Linien erheblich stärker gekrümmt.

Zulässige Auspufftemperaturen

An der Hand der Ergebnisse dieser Messungen kann man die Frage beantworten, bis zu welcher Größe man Leistung und Umlaufzahl dieser Maschinen steigern kann, wenn ungekühlte Graugußkolben verwendet werden. Mit großer Übereinstimmung zeigte eine Reihe von Viertaktmaschinen, daß ihre höchste zulässige Auspufftemperatur zwischen 510 und 530 ° C liegt. Diese Grenze zeigt sich überaus deutlich; bis zu 510 ° können die Maschinen beliebig lange laufen, ohne daß man eine Verschlechterung des Auspuffs oder eine Neigung zum Fressen bemerkt, nachdem sich die Kolben eingelaufen haben. Steigert man dagegen die Temperatur des Auspuffs auf 520 bis 530 °, so wird regelmäßig nach rd. 5 min der Auspuff schlechter. Seine Färbung wird grau, und nach kurzer Zeit klopft die Maschine und bleibt stehen.

Solche Versuche sind nicht ohne Gefahr für die Maschine; man kann sie jedoch bei aufmerksamer Bedienung und bei Verwendung von Schwungrädern mit kleinem Moment wiederholen, ohne daß Brüche auftreten. Die Temperaturgrenze des Auspuffs blieb bei Änderungen der Kühlwassertemperatur zwischen 50 und 70 ° unverändert. Auch das Spiel zwischen Kolben und Zylinder dürfte daran nur wenig ändern, zumal man hierin nach oben und unten stark gebunden ist. Das kleinste Spiel ist auf Grund langjähriger Erfahrungen der Motorenfabriken das Maß, bei dem auch bei Überlastung um 20 vH kein Kolbenfressen eintritt; das größte Spiel wird dadurch bestimmt, daß die Kolben bei kalter oder schwach lasteter Maschine nicht in den Zylindern klappern durchblasen dürfen.

Die Linie der Grenztemperatur wird ziemlich von der Leistungskurve bei gleichbleibender Drehzah schnitten, so daß selbst bei einer geringen Verschie der Grenztemperatur durch andere Toleranzmaße Graugußkolben die Zunahme der Höchstleistung gering wäre.

Die gleiche Grenztemperatur von 520 ° ergab auch bei Betrieb der Maschinen mit armem Sau (Braunkohlen-Generatorgas von rd. 1100 kcal/m³ unt Heizwert). Bei Gasmaschinen kann man die Aus temperaturen ohne Änderung der Belastung durch Ä rung der Zusammensetzung des Gemisches in w Grenzen regeln. Bis zu 500 ° Auspufftemperatur e die Maschine selbst bei langer Betriebsdauer Diagra nach Abb. 6. Steigert man jedoch die Temperatur 530 °, so liefert die Maschine nach kurzer Betrie Diagramme nach Abb. 7, die immer mehr an Höhe nahmen und sich durch starkes Klopfen der Masc bemerkbar machten.

Diese sehr wertvollen Parallelversuche mit G trieb ließen sich an den untersuchten Viertaktmasch leicht durchführen, weil man sie schnell und ohne Ä rung des Verbrennungsraumes unter Verwendung gleichen Zylinderköpfe auf Gasbetrieb umbauen ko Nur der Enddruck der Verdichtung wurde zu di Zweck von 25 at auf 12 at vermindert. Da der Verb nungsraum der Maschine überaus einfach gest ist und keine zum Glimmen neigenden Ecken und Ka aufweist, ist nicht anzunehmen, daß die Frühzündu durch glimmende Teile entstanden; Beweis dafür ist a daß bei Auspufftemperaturen unter 520 ° keine Früh dungen auftraten und bei Heruntersetzen der Tempera von 530 auf 520 ° die Neigung zu Frühzündungen schwand und wieder Diagramme nach Abb. 6 auftrate

Wie weit diese obere Temperaturgrenze des A puffs beim Gasbetrieb vom Verdichtungsgrad der schine abhängt, wurde nicht genauer geprüft; doch ko man aus dem Verhalten der Maschinen den Schluß zie daß die Höhe der Verdichtung den Eintritt der F zündungen kaum beeinflußt.

Zweitaktölmaschinen mit Kurbelkastenspülung Vorkammerzündung lieferten als Grenztemperatur Auspuffgase in ähnlicher Weise 380 °. Versuche mit waren hier natürlich nicht möglich.

Abb. 8
ängigkeit des höchsten nutzbaren)endruckes $p_{e_{max}}$ von der Dreh- bei 520 °C Auspufftemperatur. ·chszylinder-Viertaktmaschinen, art I 30,4 l, Bauart II 62,3 l, Bauart III 123,8 l Hubraum

Abb. 9
Auspufftemperaturen, abhängig vom Zünddruck bei 250 Uml.min und p_e = 5,4 at. Sechszylinder - Viertaktmaschine. Hubraum des Einzelzylinders 62,3 l.

Abb. 11
Auspufftemperaturen, abhängig vom Gegendruck im Auspufftopf. a) Auspufftemperatur, b) Zunahme der Wärmebelastung. Vierzylinder-Zweitaktmaschine.

lässige Drehzahlen und mittlere Kolbendrücke

egt man für eine bestimmte Maschinenart die obere ;e der Auspufftemperaturen fest, so ermöglichen Ver- der hier angegebenen Art, zu erkennen, bis zu en Drehzahlen und mittleren nutzbaren Kolben- en man solche Maschinen steigern kann; haben ·haltenen Werte auch nur mehr theoretische Bedeu- so zeigen sie dem Praktiker doch zum mindesten, e Leistungen er von den Maschinen erwarten darf. renztemperatur hat eine besonders wichtige Bedeu- wenn man die Luftüberschußzahl 1,2 überschreitet, Wert, der gegenwärtig in der Technik bei guten ·ennungsräumen als unterer Grenzwert für Diesel- ·en angenommen wird.

n Abb. 8 ist die Abhängigkeit des höchsten nutzbaren ndruckes $p_{e_{max}}$ von der Drehzahl bei 520 °C Aus- ·mperatur für die drei untersuchten Viertaktmaschi- aufgetragen. Diese Grenzkurven sind von den ten aus punktiert, in denen die Luftüberschußzahl ·n an den Maschinen gemessenen Verbrauchswerten 1,2 sinkt. Baut man dagegen die Maschinen von ·erein für die hohen mittleren Nutzdrücke, so wer- die Verbrauchswerte bei den höhern mittleren ndrücken geringer und die durch die Luftüberschuß- gegebenen Leistungsgrenzen höher, als die punk- n Linien angeben. Mit diesen Einschränkungen man feststellen, daß die mittleren Temperaturen der uffgase die Leistung begrenzen. Eine weitere Stei- ıg der Leistung ist nur dann möglich, wenn man liche Aufladung anwendet und dadurch die Steige- der Auspufftemperatur trotz höherer Leistung ver- , oder wie bei den U-Boot-Motoren, die Kolben auch bei Maschinen von kleiner Leistung mit Öl- oder erkühlung versieht oder aus stark wärmeleitendem toff (Leichtmetall) herstellt.

Zum mindesten sind die mittleren Auspufftempera- einer Maschine ein wichtiges Mittel zur Beurtei- der Maschine und ihres Verbrennungsverfahrens. den größeren Viertaktmaschinen ließen sich die ztemperaturen nur in beschränktem Umfang messen, s Abbremsen bereits Schwierigkeiten machte und die hine durch das Überschreiten der Grenztemperaturen ark gefährdet erschien.

Abb. 2 bis 5 zeigen weiter, daß die Leistung nicht ver- isgleich der Drehzahl steigt, daß vielmehr mit zu- enden Drehzahlen und gleichen mittleren nutzbaren ndrücken die Wärmebelastung erheblich zunimmt, anders gesprochen, daß bei Zunahme der Leistung ortional der Drehzahl die Wärmebelastung der Ma- e sehr bald die zulässige Grenze erreicht. Die in Diagrammen angegebenen mittleren nutzbaren Kolben- ke sind Höchstwerte. Da die Maschinen eine ge- Überlastung zulassen müssen, so sind die Nennlei- ·en kleiner. Erfahrungsgemäß legt man bei Ange- für Luftdieselmaschinen als mittleren nutzbaren endruck 4,9 bis 5,3 at, bei neuzeitlichen kompressorlosen Maschinen 5,4 bis 5,8 at zugrunde. Aus diesen Werten und aus den Diagrammen kann man daher für eine bestimmte Maschinengröße die Höchstdrehzahl ableiten, die mit Rücksicht auf die Wärmebelastung nicht überschritten werden darf.

Abb. 8 gibt die Grenzwerte für Drehzahl und nutzbaren Kolbendruck an; man erkennt, daß bei größeren Maschinen eine Steigerung der Drehzahl einer großen Verminderung der mittleren Kolbendrücke entspricht. Dagegen waren bei den untersuchten Maschinen die Zünddrücke nur in geringem Maße von der Drehzahl und vom mittleren nutzbaren Kolbendruck abhängig. Bei $p_e = 4$ at betrug der Zünddruck 39 at, bei $p_e = 7$ at dagegen 41 at. Sehr starke Änderung des Zünddruckes äußert sich bei gleichen mittleren nutzbaren Kolbendrücken in starker Veränderung der mittleren Temperaturen der Auspuffgase; die Abhängigkeit der Auspufftemperatur vom Zünddruck bei gleichen mittleren nutzbaren Kolbendrücken und Drehzahlen ist in Abb. 9 dargestellt, Steigt der Zünddruck von 39 auf 41 at, so nimmt die mittlere Temperatur der Auspuffgase um 7 °C ab. Dieser sehr geringe Unterschied ist in Abb. 2 bis 5 nicht berücksichtigt, da im praktischen Betrieb diese selbsttätig eintretenden Zünddruckänderungen durch Handverstellung nicht ausgeglichen werden oder ausgeglichen werden müssen. Würde man diese Berichtigung in Abb. 2 bis 5 vornehmen, so würden sich die Abstände der Linien für gleichbleibenden Druck um höchstens 3 vH vergrößern. Abb. 2 bis 5 bieten auch einen wertvollen Anhalt zur Beurteilung des Wirkungsgrades der Verbrennung.

Nach Abb. 9 nimmt die mittlere Wärmebelastung der Maschine mit steigendem Zünddruck erheblich ab; das bedeutet, daß, wenn man von den Triebwerkdrücken absieht, durch Steigerung des Zünddruckes a d i a b a t i s c h e Verbrennung) der nutzbare Kolbendruck wirksam erhöht werden kann, bei gleichbleibender Wärmebelastung der Kolben. Man kann diese Linie als eine durch praktische Versuche gewonnene Bestätigung der auf Grund theoretischer Überlegung aufgestellten Forderung nach adiabatischer Verbrennung als der idealen ansehen; sie beweist die Richtigkeit früherer Ergebnisse von Versuchen an kompressorlosen Dieselmotoren[2]).

Die aus Abb. 2 bis 4 sich ergebenden Grenzwerte sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Daraus kann man die Literleistungen, abhängig von der Drehzahl für die drei untersuchten Größen von Viertaktmaschinen, bestimmen. Man erhält so Höchstwerte der Drehzahl. In Abb. 10 ist eine Kurvenschar abgeleitet, die die Abhängigkeit der Literleistung vom Zylinderinhalt und von der Drehzahl darstellen. Die Werte der Hüllkurve, multipliziert mit dem Zylinderinhalt, ergeben die jeweils erreichbare höchste Zylinderleistung. Abb. 10 enthält außerdem die mittleren nutzbaren Kolbendrücke sowie die Drehzahlen.

[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 1074.

Zahlentafel 1
Grenzwerte von Drehzahl, nutzbarem Kolbendruck, Zylinder-Nutzleistung und Liter-Nutzleistung für Viertaktmotoren mit ungekühlten Graugußkolben

Hubraum des Zylinders l	Drehzahl Uml./min	$p_{e_{max}}$ at	$N_{e_{max}}$ PS	Liter-Nutzleistung PS/l
30,4	375	6,00	77	2,53
	315	6,83	73,8	2,41
	304	7,0	72	2,368
	250	7,7	66	2,17
	200	8,4	57,5	1,89
	140	9,0	43,5	1,43
62,3	265	7,22	133	2,13
	250	7,55	131	2,10
	210	8,45	123	1,975
	160	9,36	104	1,67
	130	9,75	88	1,415
123,8	215	6,15	182	1,47
	182	6,84	171	1,38
	145	7,08	141	1,14

Die Kurven geben einen guten Einblick in die Grenzwerte der kompressorlosen Einspritzmaschinen mit ungekühlten Graugußkolben. Die höchste erreichbare Nutzleistung eines Zylinders liegt bei 193 PS, entsprechend einem Zylinderhubraum von rd. 140 l. Eine höhere Leistung kann man selbst durch Zylindervergrößerung nicht erreichen, weil die Kurve der Drehzahlen wagerecht verläuft, d. h. nicht mehr steigerbar ist, und die Kurve der mittleren Nutzdrücke steil abfällt. Der Höchstwert der mittleren Kolbennutzdrücke liegt bei etwa 60 l Inhalt eines Zylinders; bei kleineren Zylindern kann man zwar die Drehzahl erheblich steigern, doch nehmen die nutzbaren mittleren Kolbendrücke ab.

Losgelöst von den durchgeführten Versuchen erlangen die Kurven in Abb. 10 eine gewisse Allgemeingültigkeit. Sie geben das Mittel an die Hand, beim Entwerfen eines neuen kompressorlosen Dieselmotors mit Strahlzerstäubung und ungekühlten Graugußkolben die maßgebenden Größen, nämlich Drehzahl, Zylinderhubraum, höchsten Kolbendruck und dadurch Höchstleistung, zu bestimmen. Diese Grenzwerte dürfen für Dauerbetrieb natürlich nicht in Anspruch genommen werden. Es muß der Entscheidung der einzelnen Firmen überlassen bleiben, welchen Sicherheitswert sie einsetzen, um aus diesen Höchstleistungen die Nutzleistungen zu bestimmen.

Während bei Viertaktmaschinen der Gegendruck in der Auspuffleitung keinen Einfluß auf die mittlere Auspufftemperatur ausübt, liegen diese Verhältnisse bei Zweitaktmaschinen mit Kurbelkastenspülung ganz anders. In Abb. 5 sind daher die Linien der Auspufftemperaturen bei gleichbleibender Drehzahl erheblich stärker gekrümmt. Die Grenztemperatur beträgt 380 °C. Die Werte wurden bei unveränderter Länge der Auspuffleitung aufgenommen, deren Gegendruck mit steigender Drehzahl zunahm.

Nach Abb. 11, Linie a, nimmt die mittlere Au
temperatur mit dem Gegendruck in der Auspuffl
erheblich zu. Linie b zeigt die Zunahme der W
belastung bei steigendem Auspuffdruck, bezogen a
gleiche Maschine mit 50 mm W.-S. Auspuff-Gegen
Steigt z. B. der Gegendruck im Auspufftopf von 5
300 mm W.-S., so nimmt die Auspufftemperatur vo
auf 315 °C zu. Der mittlere nutzbare Kolbendruc
400 Uml./min und 25 PS Leistung eines Zylinders b
2,95 at. Der Auspufftemperatur von 315 °C entspric
gegen bei einem Gegendruck von 50 mm W.-S
mittlerer nutzbarer Kolbendruck von 3,53 at; d.
Motor, der mit 300 mm W.-S. Gegendruck unter
gleichen Bedingungen arbeitet, ist gegenüber
solchen mit 50 mm W.-S. Gegendruck um rd. 20 vH
lastet. Diese Zahlen sprechen für die große Bedeu
die man bei Zweitaktmaschinen mit Kurbelkastensp
der Länge und den Querschnitten der Auspuffleit
beimessen muß.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, daß Mess
der mittleren Auspufftemperatur ein wertvolles
bilden, um bei Dieselmaschinen schnell die Leist
bei höheren Drehzahlen ohne Indikator zu bestim
Mittels der Diagramme in Abb. 2 bis 5, die auf dem
stand für jede Maschinenart ermittelt werden m
kann der Ingenieur sofort die Höhe der Belastung
stellen, gleichviel, in welcher Art die Maschine be
ist. Vorläufig gibt es noch keine allgemein gü
Diagramme dieser Art. Zur Festlegung einheitliche
setze für alle Maschinen wären viele Messungen an
schiedenen Maschinen notwendig. [B 7

Abb. 10
Höchste zulässige Werte von Nutzleistung, Drehzahl
nutzbarem Kolbendruck, bezogen auf den Hubraum d
Einzelzylinders bei kompressorlosen Viertaktmotor
mit ungekühlten Graugußkolben

Innere Verluste periodisch belasteter Körper

Zur Erklärung der inneren Verluste in periodisch belasteten Körpern nimmt W. Späth, Barmen, zwei Verlustquellen an: Reibungsverluste R und Spannungsverluste S, so daß sich die Gesamtverluste für eine Kreisschwingung als Funktion der Frequenz in der Form:

$$\frac{R+S}{n} = c_1 n + c_2$$

darstellen lassen. Die beiden Beiwerte c_1 und c_2 können versuchsmäßig durch Messung der Gesamtverluste bei mindestens zwei verschiedenen Frequenzen bestimmt werden, so daß die Trennung der Einzelverluste möglich ist. Diese Trennung der Verlustanteile ähnelt dem in der Elektrotechnik gebräuchlichen Verfahren zur Trennung der Wirbelstrom- und Hysteresisverluste im Eisen, die ebenfalls quadratisch und linear mit der Frequenz anwachsen. Die Berechnung läßt sich, wie in der Quelle gezeigt, gut auf das
spiel eines periodisch verdrehten Stabes anwenden un
gibt die einzelnen Verlust- und Dämpfungsanteile sowi
Beiwerte c_1 und c_2.

Die verschiedenen Werkstoffe weisen sehr verschie
Beiwerte c_1 und c_2 auf, so daß die aufgestellten Formeln
bei früheren Versuchen gefundene mehr oder minder s
Anwachsen der Eigendämpfung mit der Frequenz vers
lich machen. Beim gleichen Werkstoff werden die be
Verlustanteile und deren Verhältnis zueinander von e
Reihe von Faktoren abhängig sein. Besonders aufsch
reich wäre die Bestimmung der Einzelverluste in Abhän
keit von der Größe der Verformung im Hinblick auf die
müdungserscheinungen.

Die dargelegte Betrachtungsweise dürfte zum minde
als Arbeitshypothese zur Anstellung von systematischen
suchen von Wert sein. (Zeitschr. f. angew. Math. u. M
Bd. 7 (1927) S. 360) [N 992] S

Der Sachsenflug 1927

Von Dr. Hermann Blenk, Berlin-Adlershof

'erlauf und Ergebnisse des auf Kleinflugzeuge beschränkten Sachsenfluges — Beschreibung der wichtigsten teilnehmenden Flugzeuge — Erfahrungen für künftige Wettbewerbe.

er Flugwettbewerb für Kleinflugzeuge, der vom 31. August bis 4. September in Sachsen stattfand, war die einzige größere Flugveranstaltung des s in Deutschland. Er hat großes Aufsehen erregt, war dadurch, daß die Wertungsformel durch eine onstruktion scheinbar ad absurdum geführt wurde. 'agespresse hat dem Veranstalter und der Deutschen chsanstalt für Luftfahrt, die den technischen Teil usschreibung bearbeitet hatte, schwere Vorwürfe gen gemacht. Es sei gleich zu Anfang festgestellt, ie Vorwürfe, soweit sie überhaupt sachlichen Wert und nicht nur die Vorgänge aufbauschten, um liches Aufsehen zu erregen, zurückgewiesen werden n. Der Fortschritt in der Flugzeugkonstruktion ieder einmal schneller und überraschender gekomals man es erwartet hatte. Auf diese Frage wird er noch näher einzugehen sein, zunächst seien der uf und die Ergebnisse des Wettbewerbs dargestellt. 3 Flugzeuge waren zum Wettbewerb gemeldet wor-Davon erschienen jedoch nur 20 rechtzeitig auf dem latz Leipzig-Mockau. Von diesen mußten wiederum gzeuge aus dem Wettbewerb ausscheiden, da sie die he Zulassung, die für die Teilnahme am Wettbewerb ndig war, nicht rechtzeitig beibringen konnten. Es n somit 14 Flugzeuge im Wettbewerb.

m 31. August 1927 begann die Technische Leistungsng und dauerte bis zum 3. September. Sie konnte Schwierigkeit durchgeführt werden, da während der n Zeit sehr gutes Wetter herrschte. Für die Werwurden folgende Größen und Leistungen ermittelt: Leergewicht, die Zuladung, die Gipfelhöhe (oder ichte) und die Höchstgeschwindigkeit.

us den Festigkeitsrechnungen war vor dem Wetth schon die Bausicherheit (genauer: das Lastvielim sogenannten A-Fall, dem Fall des Abfangens) ert worden; sie wurde nun dem Fluggewicht entend herabgesetzt. Ferner wurden noch bestimmt: die änge, die Zeit für Ab- und Aufbau des Flugzeugs ie Brauchbarkeit der Vorrichtung zum Ingangsetzen des Motors. Für diese Werte waren in der Ausschreibung gewisse Mindestforderungen gestellt, deren Nichterfüllung Ausschluß vom Wettbewerb nach sich ziehen sollte. Die Startlänge durfte 200 m nicht überschreiten. Die Flugzeuge mußten durch den Führer und drei Hilfskräfte innerhalb 1¼ h verladefertig und wieder flugfertig gemacht werden können; ein Flug vorher und hinterher mußte dabei die Flugfähigkeit erweisen. Nach dem Durchdrehen der Luftschraube mußte der Motor vom Führersitz aus in Gang gesetzt werden können; die Brauchbarkeit der Vorrichtung mußte bei mindestens drei Flügen des Wettbewerbs nachgewiesen werden. Diese Bedingungen wurden von allen Flugzeugen des Wettbewerbs erfüllt.

Über die Art der Messungen im Wettbewerb ist nur wenig zu sagen. Die Gewichte wurden auf Dezimalwagen festgestellt. Da alle Flüge des Wettbewerbs mit demselben Gewicht geflogen werden mußten, wurden die Flugzeuge vor jedem Fluge gewogen. Nach dem Gipfelfluge mußte ebenfalls gewogen werden, da der Unterschied: Fluggewicht nach dem Gipfelfluge weniger Leergewicht, als Zuladung gewertet wurde. Nach den andern Flügen nahm man nur Stichproben vor.

Bei dem Gipfelfluge mußten alle Flugzeuge gleichzeitig fliegen. Aus den Barogrammen ergab sich der geringste erreichte Luftdruck. Ein besonderes Wetterflugzeug, das den Gipfelflug mitmachte, nahm die Temperaturen zu jedem Luftdruck auf. Aus Druck und Temperatur wurde die geringste erreichte Luftwichte oder die höchste erreichte Höhe am Normaltag berechnet.

Die Höchstgeschwindigkeit wurde auf einem Viereckflug von 70 km Umfang bestimmt, wobei die Umrundungszeiten der Flugzeuge an den Eckpunkten von unten abgestoppt wurden. Durch einen solchen Viereckflug kann man den Einfluß des Windes ausschalten. Dabei hat sich gezeigt, daß der Umfang des Vierecks zur Ermittlung der wahren Höchstgeschwindigkeit zu groß war. Einzelne Flugzeuge haben dabei die Richtung verloren und zum Aufsuchen der Endpunkte viel Zeit verbraucht, was

Zahlentafel 1
Ergebnisse der Technischen Leistungsprüfung

Bewerber	Führer	Flugzeug- Hersteller	Flugzeug- Baumuster	Motor Bauart	Motor Leistung PS	Fluggewicht kg	Leergewicht kg	Zuladung kg	Lastvielfaches im A-Fall	Gipfelhöhe m	Vergleichsgeschwindigkeit km/h	Höchstgeschwindigkeit km/h	Zeit für Ab- und Aufbau min
v. Conta, Bamberg	v. Conta	Messerschmitt	M 19	Bristol-Cherub	29	335,7	138,35	195,4	10	850	0	98,0	11
Sportflug, G. m. b. H., Fürth	Th. Croneiss	„	M 19	„	29	345,5	142,55	200,95	9,7	850	0	114,0	7
Gebr. Müller, Griesheim	Nehring	Gebr. Müller	GMG I	Anzani	35	450,0	260,20	176,6	8	3080	151,1	0	22
Hesselbach, Darmstadt	Hesselbach	Bahnbedarf	BAG D2a	„	35	436,1	277,25	155,55	5,46	1870	239,5	0	21
Aero-Expreß, Leipzig	Gullmann	Klemm-Daimler	L 20	Daimler	20	449,2	276,15	167,7	9	2675	173,6	103,5	29
Vogtl. Flugverein, Reichb.-Mylau	Hempel	„	L 20	„	20	435,0	278,5	146,8	9,4	3800	169	114,8	38
Düsseldorfer Aero-Club	Soenning	„	L 20	„	20	450,0	277,65	162,35	9	2910	175	104,2	34
Fr. W. Siebel, Berlin	Siebel	„	L 20	„	20	450,2	272,3	169,6	9	2920	164,1	108,8	26
Deutsche Luftfahrt G. m. b. H., Berlin	Thomsen	„	L 20	„	20	449,9	278,9	164,25	9	2580	182	99,5	38
„	Spengler	„	L 20	„	20	450,0	271,25	170,15	9	2370	174,5	108,0	34
Bäumer, Aero G.m.b.H., Hamburg	Petersen	Bäumer	B IV „Sausewind“	Wright Gale	60	518,3	308,75	187,15	9,65	5590	114,8	173,0	20
Aero-Expreß, Leipzig	Rothe	Stahlwerk Mark	R III a	Anzani	45	399,5	291,75	93,45	5,2	2755	302	117,3	25
Fr. Rose, Dresden	Rose	„	R IV	Haacke	50	511,8	387,8	112,2	5,0	1255	501,4	0	34
Raab-Katzenstein, Kassel-B	Gröbedinkel	Raab-Katzenstein	„Schwalbe“	Siemens	84	745,0	492,7	213,4	12,5	2380	365	128,4	50

Abb. 1
Messerschmitt M 19 (Wettbewerb-Nr. 3 und 4)
Das Baumuster M 19 ist aus dem am Süddeutschlandflug 1926 beteiligt gewesenen zweisitzigen Leichtflugzeug M 17 entwickelt worden und besonders für den Sachsenflug entworfen. Beide Muster zeichnen sich durch gute aerodynamische Formen und geringes Leergewicht im Verhältnis zum höchstzulässigen Fluggewicht aus.

Abb. 2
Klemm-Daimler L 20 (Wettbewerb-Nr. 17 bis 22)
Das Baumuster L 20 hat schon am Deutschen Rundflug 1925 teilgenommen. Es ist in der Zwischenzeit weiter entwickelt worden und stellt heute das verbreitetste deutsche Leichtflugzeug dar. Das zeigte auch ganz deutlich der Sachsenflug; an diesem haben sechs Flugzeuge des Musters mit fünf verschiedenen Bewerbern, unter denen sich nicht der Hersteller befand, teilgenommen. Das Baumuster L 20 ist ein zweisitziger freitragender Tiefdecker. Flügel, Leitwerk und Rumpf sind teils mit Sperrholz beplankt, teils mit Stoff bespannt. Holme und Rippen der Flügel und des Leitwerks sind aus Spruceholz, die Ruder aus Duralumin hergestellt. Das Mittelstück des Flügels ist mit dem Rumpf fest verbunden und ganz mit Sperrholz beplankt. Die eigentlichen Tragflügel werden mit schwacher V-Form an das Mittelstück angesetzt. Die äußeren Flügelspitzen sind drehbar und mit dem Querruder gekuppelt. Als Motor wird der luftgekühlte zweizylindrige 20 PS-Mercedes benutzt.

ihre Höchstgeschwindigkeit natürlich erheblich verschlechterte. Die Ablauflänge wurde bei einem der Wettbewerbflüge durch seitliche Beobachtung vom Boden aus gemessen.

In Zahlentafel 1 sind die Ergebnisse der Technischen Leistungsprüfung zusammengestellt. Die Vergleichsgeschwindigkeit ist nach der Wertungsformel aus den übrigen Größen (Leergewicht, Zuladung, Lastvielfaches und Gipfelhöhe) errechnet und stellt gewissermaßen die Sollgeschwindigkeit des Flugzeuges dar, d. h. die Geschwindigkeit, die man auf Grund der übrigen Leistungen von dem Flugzeug erwarten könnte[1]. Das Verhältnis der wirklichen Geschwindigkeit zu dieser Sollgeschwindigkeit bildet den Hauptbestandteil der Wertungszahl.

Den Flugzeugen Nr. 14, 16 und 27 wurde die Höchstgeschwindigkeit 0 zugeschrieben. Flugzeug Nr. 14 Nehring) startete zwar zum Geschwindigkeitsflug, mußte aber unterwegs notlanden und kehrte auf geradem Wege zum Flugplatz Leipzig-Mockau zurück, ohne das Viereck abgeflogen zu haben. Die Flugzeuge Nr. 16 und 27 versäumten den Start zum Geschwindigkeitsflug, der nur einmal freigegeben wurde, und hätten ausschreibungsgemäß aus dem Wettbewerb ausscheiden müssen; mit Einverständnis aller übrigen Teilnehmer blieben sie jedoch im Wettbewerb.

Abb. 3
Bahnbedarf BAG D 2 a (Wettbewerb-Nr. 16)
Das Baumuster BAG D2a ist aus dem Baumuster BAG El, mit dem Botsch am Zugspitzenflug 1925 teilgenommen hat, entstanden. Es ist ein zweisitziger Hochdecker in Sperrholzbauart. Der Flügel ist halbfreitragend, dreiteilig. Der Mittelteil liegt auf dem Rumpf auf. Der Fluggastraum vor dem Führersitz ist durch eine verschließbare Öffnung im Tragdeck zugänglich. Die Flügel sind einholmig und bis auf die Sperrholznase mit Stoff bespannt. Das Fahrgestell ist vollständig im Rumpf untergebracht. Das Triebwerk bildet ein 35 PS-Anzani-Motor.

Abgesehen von den hervorragenden Gewichtver nissen des Flugzeugs Messerschmitt M 19 (Zula = 141 vH des Leergewichtes) sind die Flugleistunger Nr. 18 (Führer Hempel) besonders erwähnens Hempel erreichte auf seinem Daimler L 20-Flugzeug Höchstgeschwindigkeit von 114,8 km/h und eine G höhe von 3800 m. Der Sausewind Bäumers hätte an Höchstgeschwindigkeit und an Gipfelhöhe noch mehr herausholen können.

Die geringen Gipfelhöhen der b Messerschmitt-Flugzeuge haben nisch keinerlei Bedeutung; beide Flug haben ihren Gipfelflug vorzeitig abgebro um nicht durch den Brennstoffverbrauc für die Wertung maßgebende Zuladun verringern und dadurch in der Wer schlechter abzuschneiden. Um Mißvers nissen vorzubeugen, sei hier erwähnt, es für jedes Flugzeug eine bestimmte gab, bei der weiteres Steigen die Wer nicht mehr verbesserte, sondern wegen Verbrauchs von Zuladung verschlecht Diese Höhe lag bei allen Flugzeugen Wettbewerbs nur wenig unter der praktis Gipfelhöhe; nur für das Flugzeug Me schmitt M19 lag wegen der besonders gü gen Gewichtverhältnisse, die man bei fassung der Ausschreibung nicht erw hatte, diese Höhe in Bodennähe.

[1] Vergl. Blenk, Zur Ausschreibung für den Sachsenflug, Z. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt Bd. 18 (1927) S. 134.

Zahlentafel 2
Ergebnisse des Streckenfluges und Auswertung

Wettbewerb-Nr.	Flugzeug-Muster	Führer	Reisegeschwindigkeit v_R	Mittlere Geschwindigkeit v_M	$\frac{v_M}{v_0}$	Streckenflugkennzahl	Wertungszahl W
3	M 19	v. Conta	73,8	85,9	∞	0,2786	∞
4	M 19	Croneiss	76,5	95,25	∞	1	∞
14	GMG I	Nehring	73,8	36,9	0,244	0,407	0,005 91
16	BAG D 2a	Hesselbach	110,0	55,0	0,230	1	0,012 17
17	L 20	Gullmann	77,2	90,35	0,520	1	0,140 6
18	L 20	Hempel	85,0	99,9	0,591	1	0,206 4
19	L 20	Soenning	76,8	90,5	0,517	1	0,138 2
20	L 20	Siebel	76,1	92,45	0,564	1	0,179 4
21	L 20	Thomsen	72,5	86,0	0,473	1	0,105 8
22	L 20	Spengler	63,0	85,5	0,490	0,592	0,069 7
24	B IV	Petersen	92,6	132,8	1,157	1	1,545
26	R IIIa	Rothe	65,7	91,5	0,303	0,2786	0,007 75
27	R IV	Rose	20,3	10,15	0,0203	0,466	0,000 004
28	Kl Ib	Raab	103,4	115,9	0,318	1	0,032 16

Abb. 4
br. Müller, Griesheim, GMG I (Wettbewerb-Nr. 14)

Das Baumuster GMG I ist ein freitragender Hochdecker in Holz Stoff-Bauart. Der Tragflügel ist einholmig, von der Nase bis zum Holm mit Sperrholz beplankt, vom Holm bis zur Hinterkante mit Stoff bespannt. Die Flügel werden durch einen schrägen Stiel auf beiden Seiten nach der Rumpfunterkante hin abgefangen. Der Rumpf hat ovalen Querschnitt und ist in Sperrholz ausgeführt. Die Sitzanlagen für Führer und Fluggast sind geräumig und bieten verhältnismäßig gute Sicht. Das Leitwerk hat keine festen Dämpfungsflossen und ist dem Flügel entsprechend gebaut. An die Rumpfspitze ist durch einen Stahlrohrbock ein 35 PS-Anzani-Motor angeschlossen, der leicht und schnell abgenommen werden kann.

Abb. 5 (Wettbewerb-Nr. 28)
Raab-Katzenstein Kl. 1 b, „Schwalbe"

Die Bauart „Schwalbe" gehört eigentlich nicht zu den Kleinflugzeugen sondern zu den Kunst- und Sportflugzeugen der mittleren Klasse. Zum Sachsenflug war sie deshalb auch nur mit einer beträchtlichen Herabsetzung ihrer Wertung zugelassen: Der Überschuß des (auf ein Lastvielfaches 5 umgerechneten) Leergewichts über 300 kg wurde fünffach angerechnet. Dadurch erhielt die „Schwalbe" mit einem wirklichen Leergewicht von 492,7 kg in der Wertung ein Leergewicht von 1072 7 kg. Nur so ist das verhältnismäßig schlechte Abschneiden der „Schwalbe" im Sachsenflug zu erklären.
Die „Schwalbe" ist ein zweisitziger Doppeldecker mit zwei fast gleich großen zweiholmigen Flügeln, die durch einen N-Stiel verbunden sind. Ober- und Unterflügel sind bis zum Hinterholm mit Sperrholz beplankt, während das hintere Ende mit Stoff bespannt ist. Beide Flügel tragen Querruder. Als Triebwerk ist der luftgekühlte 34 PS-Siemens Sternmotor Sh 11 benutzt. Das Flugzeug hat eine große Bausicherheit.

er Streckenflug fand am 4. September statt. Er über eine 456,6 km lange Strecke durch Sachsen Zwangslandungen in Großenhain, Bautzen, Dresden, nitz und Plauen und außerdem um 12 Wendemarken. len 14 Flugzeugen, die am Morgen des 4. September ipzig starteten, kehrten nur 11 im Laufe des Tages k. Als erstes schied Nr. 3 mit v. Conta als Führer In der Nähe von Bautzen mußte v. Conta notlannd machte dabei vollkommenen Bruch. Ferner mußte ng (Nr. 14), der sich verflogen hatte, bei Roßwein nden, beim Start machte er ebenfalls Bruch, so daß n Weiterfliegen nicht zu denken war. Schließlich noch Rothe (Nr. 26) aus, der in der Lausitz wegen störungen landete und nicht weiterkam. Von den en Flugzeugen erschien Nr. 16 mit Hesselbach rstes am Ziel. (Reisegeschwindigkeit 110 km/h.) Bäumersche Sausewind, den man allgemein als ersten kerwartete, ließ verhältnismäßig lange auf sich n. Er erreichte nur eine Reisegeschwindigkeit von m/h gegen 173 km/h Höchstgeschwindigkeit.
ehr hoch sind besonders die Leistungen der sechs ler-Flugzeuge auf dem Streckenflug zu bewerten. davon kamen fast gleichzeitig und geschlossen wieder auf dem Flugplatz Leipzig-Mockau an. Spengler (Flugzeug Nr. 22) mußte bei Greiz notlanden und baute das Flugzeug ab, da er die rechtzeitige Herbeischaffung der Ersatzteile für unmöglich hielt. Es gelang aber doch, die notwendigen Teile zu beschaffen. Schnell wurde das Flugzeug wieder zusammengebaut und der Weiterflug nach Leipzig angetreten, wo er bei völliger Dunkelheit gegen 9 Uhr abends glatt landete. Spengler erhielt für diese hervorragende sportliche Leistung die Große Adlerplakette des Reichsausschusses für Leibesübungen.

Die Ergebnisse des Streckenfluges und die Auswertung sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Die Streckenflugkennzahl ε ist eine Zahl, die von der zurückgelegten Kilometerzahl im Streckenflug abhängt; sie wird gleich 1, wenn der ganze Streckenflug anstandlos erledigt worden ist.

Die Wertungszahl lautete: $W = \left(\frac{v_M}{v_0}\right)^3 \varepsilon.$ Dabei bedeutet v_0 die Vergleichsgeschwindigkeit und v_M das Mittel aus der Höchstgeschwindigkeit und der Reisegeschwindigkeit. Die Preise standen im Verhältnis der Wertungszahlen W.

Abb. 6
Bäumer B IV „Sausewind" (Wettbewerb-Nr. 24)

Das Baumuster B IV ist aus dem im Deutschen Rundflug 1925 bekannt gewordenen Flugzeug entstanden. Es zeichnet sich durch eine sehr gute aerodynamische Gestaltung und dementsprechend durch eine große Geschwindigkeit aus.
Der „Sausewind" ist ein zweisitziger freitragender Tiefdecker. Der ovale Rumpf ist mit Sperrholz beplankt, ebenso wie die einholmigen Flügel. Die Flügel sind leicht abzunehmen. Höhen- und Seitenleitwerk haben keine Dämpfungsflächen. Das Fahrgestell hat keine durchgehende Achse, die Abfederung liegt im Innern des Flügels. Das Triebwerk ist ein 60 PS-Wright-Gale-Motor L 4.

Abb. 7
Hinteres Rumpfende des „Sausewind"
Betätigung des Höhenruders durch Stoßstange, allseitige Federung der Spornes.

Die Flugzeuge Nr. 3 und 4 (Muster Messerschmitt M 19) erreichten auf Grund ihrer Gewichtsverhältnisse eine Vergleichsgeschwindigkeit unter null. Damit war ein Fortschritt erreicht, den niemand erwartet hatte. Dieser Fortschritt aber wurde dem Sachsenflug beinahe zum Verhängnis. Da negative Vergleichsgeschwindigkeiten keinen Sinn haben, mußten diese Werte wenigstens auf „null“ festgesetzt werden. Die Flugzeuge Nr. 3 und 4 erhielten also die Wertungszahl „unendlich“ und damit den ganzen Preis für sich allein. Sobald diese Sachlage bekannt wurde, hätten die übrigen Bewerber auf eine weitere Teilnahme am Wettbewerb verzichtet, wenn nicht noch schnell neue Preise ausgesetzt worden wären. Nur dadurch wurde der Sachsenflug vor dem Zusammenbruch bewahrt.

Das Flugzeug, das auf diese Weise den Sachsenflug in den Mittelpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit rückte, ist von dem Flugzeugbauer Messerschmitt entworfen und gebaut worden. Baumuster M 19, Abb. 1, ist ein Tiefdecker in Holzbauart mit freitragendem Flügel. Der durchgehende Flügel ruht auf einem kräftigen Kastenholm als Vorderholm und einem wesentlich schwächeren Hinterholm. Bis zum Hinterholm ist der Flügel mit Sperrholz beplankt, vom Hinterholm ab mit Stoff bespannt. Der Flügel mit dem Fahrgestell kann durch Lösen weniger Bolzen vom Rumpf getrennt werden. Der einsitzige Rumpf ist ebenfalls mit Sperrholz beplankt. Motor ist ein Bristol-Cherub mit 29 PS Nennleistung. 7,9 m² Flügelfläche und dem Fluggewicht beim bewerb beträgt die Flächenbelastung rd. 44 kg/m² un Leistungsbelastung rd. 12 kg/PS.

Die übrigen Flugzeuge des Sachsenfluges, A bis 7, sind alle schon seit längerer Zeit im Gebr Unter den Flugzeugen, die nicht mehr rechtzeitig Wettbewerb fertig werden konnten, war noch ganze Reihe Neukonstruktionen, die man aber vo sichtlich erst beim nächsten Kleinflugzeug-Wettbe genauer kennen lernen wird.

Zusammenfassend kann man über den Sachse 1927 folgendes sagen: Die Entwicklung im Flugzeu läßt sich schwer voraussehen. Soll die Wertungsfo in einer bestimmten Richtung züchterisch wirken, so man sich doch vorsehen, daß der Erfolg die ursp lichen Absichten nicht weit überholt. Der Sachsenflu ein neues Flugzeugmuster gebracht, das durch sein wichtverhältnisse alle ähnlichen Muster weit übe und wegen der guten aerodynamischen Gestaltung gute Flugleistungen hat. Der Sachsenflug hat ferne zeigt, daß die Entwicklung der deutschen Kleinflugz besonders hinsichtlich Betriebsicherheit auch in d Jahre nicht stillgestanden hat. [B 97

Schwelöfen für Ölschiefer

Zwei neue nach dem Spülgasverfahren arbeitende Öfen zur Schwelung von bituminösen Schiefern und Kalken sind die Öfen von Bartolomei und J. Pieters, von denen besonders der letzte auch für deutsche Verhältnisse eine gewisse Beachtung verdient.

Bei dem Schwelofen von Bartolomei ist in einem Ofenblock eine größere Anzahl von 15,5 m hohen Retorten von 1 m² Querschnitt untergebracht; in diesen wird das Aufgabegut unmittelbar durch Spülgase verschwelt, die in der Retorte selbst aufsteigen. Der eigentliche Schwelvorgang geht in den oberen zwei Dritteln der Retorte mittels der Wärme der aus dem unteren Drittel aufsteigenden Gase vor Die am Boden der Retorte eingeführten Gase bestehen inerten Umlaufgasen und Luft, die von einem Sauger sogen wird. Die Luft verbrennt nach genügender Vorwär durch die Schwelrückstände den in diesen durch un ständige Schwelung zurückbleibenden Kohlenstoff- un tumenrest und erzeugt hierbei die für die Schwelung wendige Temperatur. Durch die zweckmäßige Ausbil der Vorwärmzone für das Aufgabegut verlassen die Gas Ofen nur mit geringer Temperatur von etwa 50 °, so sich die Teerdämpfe schon im Ofen niederschlagen; sie den jedoch von dem aufsteigenden Gase mechanisch m rissen. Infolge einer z. T. mehrfachen Verdampfung ents in den einzelnen Höhenlagen der Retorte verschiedene D lationszonen von nach unten hin immer höher siedenden Aus diesem Grunde sind auch die Krackverluste an Öl lich hoch. Für 1 t Aufgabegut sind 700 bis 750 m³ Sp nötig, so daß die Kondensationsanlage ziemlich groß muß. Die mit 16 Retorten täglich 1000 t bituminöse I durchsetzende Anlage der Società Asphaltiferi, Ra arbeitet mit einem Gesamtteerausbringen von 60 vH.

Zur Verringerung der Spülgasmengen und zur Ve derung der Krackverluste infolge örtlicher Überhitzu schickt man bei dem Ofen von Pieters nur einen Tei Gase unmittelbar durch das Schwelgut hindurch, wä die Wärme von außen her zugeführt wird. Die in eine sonderen Schwelanlage vom Teer befreiten Schwe treten zum Teil unmittelbar bei a, Abb. 1 und 2, am Fuß Ofens in die Beschickung ein, z. T. werden sie bei c i sondere Verbrennungskammern geleitet; hier verbre sie mit der bei b zugeführten Luft, die auf dem Wege bereits durch die strahlende Wärme der Ölschiefer stände in den Retorten vorgewärmt ist. Die Verbrennu gase steigen im Zickzackwege in den Kanälen d hoch entweichen mit einer Temperatur von 120 ° in den K Ebenso verlassen auch die Spülgase den Ofen bei e mit niedrigen Durchschnittstemperatur von 110 °. Das fahren vermeidet eine mehrfache Kondensation und Wi verdampfung des gebildeten Teers und damit einen Kracken bedingten Verlust an flüssigen Brennstoffen[1])

Der Ofen besteht aus 2 bis 16 Retortenelementen einem Querschnitt von 1 × 0,3 m² bei 14 m Höhe und Leistung von je 5 t täglich. Der ausgeschwelte Sch wird durch die Doppelschleuse f_1 und f_2 gleichmäßig getragen. Die Aufgabe des Rohhaufwerkes erfolgt durc Schieber g. Zwei Arbeiter können zwei Öfen mit je Durchsatz bedienen. Die Schwelkosten für 1 t Durc stellen sich einschließlich Abschreibung des Ofens, Kondensations- und einer einfachen Raffinationsanlage der gesamten Unterhaltungskosten (Angestellte, Kraft rd. 2 ℳ (12 Fr). [M 927]

Abb. 1 und **2**
Schwelofen, Bauart Pieters

- a Schwelgasleitung
- b Luftzufuhrleitung
- c Verbrennungskanäle
- d Abgaskanäle
- e Spülgasaustritt
- f_1, f_2 Doppelschleuse für ausgeschwelten Schiefer
- g Schieber unter den Vorratsbunkern
- h Heizgasleitung
- i Schauloch
- k Abgassammelkanal
- l Vorlage
- m Vorratsbunker

[1]) „Le Génie civil“ Bd. 90 (1927) S. 617

Müllabfuhr-Fahrzeuge

Von Dipl-Ing. H. Seidel, Berlin

Drei maßgebende Gesichtspunkte für den Bau von Fahrzeugen für Müllabfuhr: Staubfreie Beladung, großes Aufnahmevermögen, niedrige Ladekante. — Verschiedene Bauarten mit Benzinmotorantrieb: Wagen von Krupp mit Förderschnecke, kippbare Rolltrommel-Müllwagen der Firmen Faun-Werke G. m. b. H., Nürnberg, und Peter Bauer, Köln-Ehrenfeld, Großraum-Müllwagen zur Beförderung von Müll von einer Umlade- zur Abladestelle.

er Kampf gegen Staub und Schmutz, die in den dichtbevölkerten Großstädten eine große Gefahr für die Gesundheit der Bewohner bedeuten, bildet lie Verwaltung dieser Städte eine schwere und verantungsvolle Aufgabe, die zu lösen vor allen Dingen Techniker berufen ist. Eine wichtige Rolle spielt oei die Beseitigung des Hausmülls. Auch auf diesem ete der kommunalen Technik sind seit Einführung des tantriebes große Fortschritte gemacht worden.

Drei Punkte spielen bei der Müllabfuhr eine ausıggebende Rolle: Die staubfreie Beladung e ein möglichst großes Aufnahmevermögen Müllkastens der Wagen bei möglichst niedriger lekante. Während die erste Frage vom gesundichen Standpunkt aus besondere Bedeutung hat, sind beiden andern wichtig für die Wirtschaftlichkeit des rnehmens. Die Höhe des Wagendaches ist nach oben enzt; eine große Ladehöhe macht das Aufladen vieriger und vergrößert damit seine Dauer. Diesen orderungen sucht man auf verschiedenen Wegen get zu werden. Im folgenden seien einige neuere Lören behandelt, die sich bereits im Betriebe bewährt n, so daß man ihnen mit gutem Grund auch Zukunftsichten zubilligen kann.

Kennzeichnend für den von der Firma Fried. upp, A.-G., Essen, erbauten Müllabfuhrwagen mit zinmotorantrieb, Abb. 1, ist die mechanische Bevorrichtung mittels Schnecke, die aus Sonderstahl gestellt ist, so daß sie auch großstückigen Schutt erheblichen Verschleiß fortbewegen kann. Das hin- Ende des Schneckengehäuses an der Rückseite des gens ist oben offen und bildet die Einschüttöffnung.

Abb. 1
Müllabfuhrwagen mit Förderschnecke von Fried. Krupp, A.-G., Essen

Man kann das Müll aus beliebigen Behältern einschütten. Übermäßige Staubentwicklung wird durch ein über dem Einfülltrog angeordnetes Segeltuch verhindert. Bei Verwendung von einheitlichen Tonnen mit 110 l Inhalt, deren Größe der Einwurföffnung entspricht, wird mittels eines schon länger bewährten selbsttätigen Verschlusses vollkommene Staubfreiheit erreicht.

Abb. 2. Schneckenantrieb und Kippspindelanordnung beim Müllkraftwagen mit Förderschnecke
a Förderschnecke *b* Kegelradantrieb *c* Kippvorrichtung *d* Getriebe zwischen Kippvorrichtung und Antriebwelle

Abb. 3
Oberer Teil des Kegelradantriebes für die Förderschnecke beim Kruppschen Müllabfuhrwagen

Das obere Kegelradpaar erhält seinen Antrieb über die senkrechte auskuppelbare Welle und ein unteres Kegelradpaar.

Die Förderschnecke *a*, Abb. 2 und 3, die über einen mehrfachen Kegelradantrieb *b* betätigt wird, schafft das Müll in kurzer Zeit in den vorderen Teil des Wagens. Die Schnecke ist bis auf die oberen Windungen von einem Gehäuse *b*, Abb. 4, eingeschlossen. Aus dem Querschnitt des Schneckentroges *a* ist die Anordnung einer Leiste *d* zu erkennen, die den Schneckenumfang fast berührt. Unterhalb dieser Leiste ist der Spielraum zwischen Schneckenrohr *b* und Schnecke *c* am kleinsten, er erweitert sich allmählich in der Drehrichtung zu einem großen Hohlraum *e* oberhalb der Leiste *d*. Sperrige Müllteile werden mit herumgenommen, bis sie auf die Leiste *d* aufschlagen. Die Schnecke *c* zieht dann diese Teile durch den Raum *e* in den Wagenkasten hinein.

Das Einladen von der Rückseite aus schließt auch bei lebhaftem Verkehr Belästigungen von Fußgängern aus. In engen Straßen, wo gleichzeitig von beiden Straßenseiten die Kästen entleert werden, wird das zeitraubende Herumlaufen um den Wagen zur Ladeseite vermieden. Die Beladehöhe wird durch die Anordnung der Förderschnecke sehr günstig beeinflußt; sie liegt nur 100 cm über der Straße.

Durch Hochkippen des Wagenkastens wird das Müll im Wagen verteilt, so daß das Fassungsvermögen von 12 m³ vollständig ausgenutzt werden kann. Das Einladen dauert je nach der Bebauungsdichte 50 bis 70 min. Täglich können mit einem Wagen bei etwa fünf Fahrten 45 bis 60 m³ Hausmüll abgefahren werden.

Entleert wird der Wagen durch ein einfaches Kippen des Kastens nach hinten bei geöffneter Rückwand, Abb. 5. Hierzu wird der obere Teil der Rückwand nach oben, der untere nach unten umgeklappt, und beide werden mit Haken festgehalten. Die Kippvorrichtung, Abb. 2, besteht

Abb. 4
Querschnitt durch den unteren Teil der Schnecke

a Wand des Schneckentroges
b Schneckengehäuse *c* Schnecke
d Anschlagleiste *e* freier Raum zwischen Schnecke und Gehäuse

Abb. 5
Müllwagen mit Förderschnecke in Kippstellung

aus einer unter der Kastenmitte angreifenden Winde ... ausschraubbarer Spindel *c*. Die Winde wird vom M... über ein Getriebe *d* angetrieben. Der größte Kippw... beträgt 65°, in den Endstellungen wird das Get... selbsttätig ausgerückt. Zwei Stützhaken, die mit den ... sen verbunden werden können, schalten beim Kippen ... Hinterachsfedern aus.

Der mittlere Benzinverbrauch für den Wagen beim ... laden beträgt 2,5 bis 4 kg in einer Arbeitsstunde. ... Wagen ist in etwa 52 deutschen und ausländischen G... städten in Betrieb.

Die Firma Faun, G. m. b. H., Nürnberg, ... einen kippbaren Rolltrommel-Müllwagen für 10 m³ In... mit benzin-elektrischem Antrieb. Dieser Wagen wird ... der Seite her beladen, Abb. 6. Die Höhe der Einsch... kante ist auf 1300 bis 1700 mm über dem Erdboden ... stellbar. Die Trommel hat insgesamt vier Einsch... öffnungen. Das Schüttgut wird zunächst solange ei... bracht, bis es die untere Kante der Einschüttöffnung ... reicht hat. Hierauf wird die Trommel um etwa 130° ... dreht, so daß die Einschüttöffnungen auf die andre S... zu liegen kommen. Dabei rutscht das Müll entsprech... weiter, und die Einschüttöffnung wird wieder frei. B... Zurückdrehen in die alte Stellung bleibt das Müll inf... der Adhäsion in der neuen Stellung an der Trommelw... haften. Die Lage des Schüttgutes bei den versc... denen Stellungen der Trommel ist aus Abb. 7 bis 10 ... ersehen. Nach etwa vier bis fünf Drehungen der Tr... mel, die jedesmal vorgenommen werden, wenn das Sch... gut die untere Kante der Einschüttöffnung erreicht ... ist die Trommel gefüllt. Soll der Wagen entleert wer... so öffnet man die Klappe der Rückwand und kippt ... Trommel mittels Doppelspindel bis zu einem Kippwin... von 60° nach rückwärts, Abb. 11.

Die Einschüttöffnungen sind für die sogenann... Ringtonnen eingerichtet, können aber andern Müllge... formen angepaßt werden. Die Klappe über den Einw... öffnungen kann die übliche selbsttätige Bewegung ... halten.

Der Antriebmotor ist unmittelbar mit dem Str... erzeuger gekuppelt. Der Strom wird mittels Kabel ... die in die hinteren Räder eingebauten Motoren übertra...

Abb. 7 bis 10
Die Lagen des Schüttgutes im Trommelmüllwagen

a Stellung vor dem ersten Drehen
b nach der ersten Drehung um rd. 120° nach links
c nach der Rückdrehung in die ursprüngliche Lage
d nach mehreren Füllungen und Drehungen

Abb. 6
lltrommel-Müllwagen der Firma Faun, G. m. b. H., Nürnberg

Abb. 11
Rolltrommel-Müllwagen, Abb. 6, in Kippstellung

ein besonderes Getriebe versetzt der Antriebmotor rommel in Drehung, und zwar können diese Dre-n ohne Zeitverlust und mit geringem Kraftaufwand end der Fahrt zum nächsten Haus vorgenommen n.

iese Bauart hat den Vorzug, daß die Entleerung rommel durch keinerlei Antriebteile in ihrem In-erschwert wird. Auch der Kraftaufwand für das en der Trommel ist verhältnismäßig gering. Die verwaltung der holländischen Hauptstadt Den Haag . a. verschiedene Wagen in Betrieb.

füllwagen ganz ähnlicher Art baut die Firma r Bauer, Köln-Ehrenfeld, Abb. 12. Zum Drehen Trommel dient hier ein Nebenantrieb des Motors, 13 bis 15. Die Kraft wird von der Antriebwelle *a* s einer Kette *b* auf eine zu *a* parallele Welle *c* über-n, von der aus über ein Kegelradgetriebe mit der lung *d* eine Schnecke *e* angetrieben wird. Die Schnecke

Abb. 12
Rolltrommel-Müllwagen der Firma Peter Bauer, Köln-Ehrenfeld

Abb. 13 bis 15
ieb der Trommel bei dem Müllwagen Firma Peter Bauer, Köln-Ehrenfeld

triebwelle — *f* Schneckenrad
ttenübertragung — *g* Zahnrad, kämmt mit
ischenwelle — *h* Triebstockverzahnung
upplung — *i* Trommelabstützung
hnecke — *k* Kippspindel

kämmt mit einem Schneckenrad f, und das mit diesem auf gleicher Welle sitzende Rad g dreht die Trommel durch Arbeiten auf die über rd. ⅓ des Trommelumfanges ausgedehnte Triebstockverzahnung h. Die Trommel stützt sich hierbei gegen die Rolle i ab. 100 vollgefüllte Mülltonnen von je 100 l Inhalt können ohne Schwierigkeit eingefüllt werden.

Ein weiteres Erzeugnis dieser Firma ist ein Großraum-Müllwagen von 12 m³ Inhalt, Abb. 16. Dieser Wagen dient zur Abfuhr von Müll von einer Umladestelle aus zur Abladestelle. Die Mülltonnen werden durch Klein-Elektrowagen mit Anhänger gesammelt, die je 18 Mülltonnen aufladen können, und zur nächsten Umladestelle gebracht. Das durch besondere Vorrichtungen staubfrei ausgeladene Müll wird hier mittels einer Schüttelrinne oder eines Förderbandes mit Becherwerk von oben her in den Wagen befördert. Die Wagendecke wird durch Schieber abgeschlossen, die man von der Erde her einfache Kurbelbetätigung bedienen kann. Beim Entl wird eine Bodenklappe geöffnet. Der städtische park der Stadt Köln hat etwa 40 dieser Wagen in B

[B 8

Abb. 16
Großraum-Müllwagen von je 12 m³ Inhalt der Firma Peter Bauer, K Ehrenfeld, zur Abfuhr von Müll von einer Umladestelle aus zur Entlad

Idealer Kreisprozeß von Verbrennungsmaschinen

Robert C. H. Heck[1]) schlägt als Mittel zur einheitlichen Wertung von Verbrennungskraftmaschinen eine vereinigte *IS*- und *US*-Tafel für ein Normalgas vor, aus der man den in einer idealen Maschine erreichbaren Wirkungsgrad η_0 berechnen kann. Die Ordinatenteilungen für die innere Energie U und den Wärmeinhalt I bei unveränderlichem Druck, sowie die Linien $v =$ konst und $p =$ konst der Tafel sind mit $c_v = 0{,}1760 + 0{,}000\,033\,t + 0{,}000\,000\,006\,t^2$ und $c_p = 0{,}2446 + 0{,}000\,033\,t + 0{,}000\,000\,006\,t^2$ berechnet. Diese Werte entsprechen nach den Ergebnissen der Forschungen von Partington, Shilling, Goodenough und Felbeck dem Mittel der spezifischen Wärmen der Verbrennungsprodukte von Generatorgas, Wassergas, Leuchtgas, Naturgas, Koksofengas, Gasöl und Benzin bei üblicher Zusammensetzung der Brennstoffe und 15 vH Luftüberschuß bei der Verbrennung.

Beim idealen Kreisprozeß nach Heck ist das Arbeitsmittel Normalgas. Es füllt den ganzen Zylinder aus und hat den Heizwert der Frischladung. Für den Anfangs- und den Endzustand des Arbeitsmittels gelten der in der Maschine zu Beginn der Verdichtung herrschende Druck und die zugehörige Temperatur. Verdichtung und Expansion erfolgen adiabatisch. Die Verbrennung erfolgt beim Ottoprozeß im Totpunkt bei gleichbleibendem Volumen, beim Dieselprozeß verläuft die Wärmezufuhr von der Totlage ab bei gleichbleibendem Druck. Da Druck und Temperatur zu Beginn der Verdichtung nur auf umständlichem Weg und nicht genau ermittelt werden können, wäre für den Ausgangspunkt des Idealprozesses diesen Annahmen eine Bezugnahme auf Normalverhältnisse (1 at, 15 °C) vorzuziehen.

Die Verwendung der Tafel beschränkt sich auf Kreisprozesse mit hohem Gemengeheizwert. Bei 1100 vH Luftüberschuß, der beim Leerlauf von Dieselmaschinen vorkommt, ergibt das Hecksche Verfahren um 8 vH zu kleine thermische Wirkungsgrade, da Normalgas und wirkliches Arbeitsmittel sehr verschieden zusammengesetzt sind. Von andrer Seite wurde noch empfohlen, für jeden einzelnen Brennstoff eine besondere Kurvenschar aufzustellen, aus der man den Einfluß des Luftüberschusses auf den Wirkungsgrad des Idealprozesses unmittelbar ablesen kann. Der weitere Vorschlag zur Vereinfachung der Rechnung, Luft als Normalgas einzuführen und die Veränderlichkeit ihrer spezifischen Wärme zu berücksichtigen, verbessert zwar die bisherige Rechnung mit konstanter spezifischer Wärme, ergibt aber noch zu hohe Wirkungsgrade des Idealprozesses und damit zu geringe Gütegrade der zu wertenden Maschine.

Im Vergleich mit der bekannten Entropietafel für Gase von Stodola, die für jede Wärmedichte auch an Zwischenpunkten des Kreisprozesses genaue Werte liefert, ist die IS-Tafel von Heck übersichtlicher, ihre Benutzung erfordert aber kaum weniger Rechenarbeit. Für die Praxis eignen sich jedenfalls am besten Kurvenscharen, die ohne Zwischenrechnung bei gegebener Wärmedichte den idealen Wirkungsgrad des Kreisprozesses angeben. Für flüssige Brennstoffe und Hochofengas hat P. Langer[2]) solche Linien angegeben. [N 956]

Aachen Dipl.-Ing. K. Merkle

[1]) Mechanical Engineering Bd. 49, (1927) S. 771.
[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 914.

Zur Theorie der Schwingsirenen

Zu der Mitteilung von Dipl.-Ing. Günthe Z. Nr. 38 S. 1341, „Schwinggerät für medizinische Zw bemerke ich das Folgende:

Die Erscheinungen beim Schwinggerät von Dr. D gehören in die Klasse der Schwingungserzeugung nicht periodische Kräfte, und das Gerät selbst gehört der Oszillatorsirenen, welche Bezeichnung auf F. Aig „Handbuch der Unterwasserschalltechnik“ [1]) zurückge der Zeitschrift für technische Physik, Bd. 5 (1924) habe ich eine Theorie der Schwingsirenen veröffentlic alle wesentlichen Erscheinungen hierbei beschreibt, z. Nichtansprechen bei kleineren Strömgeschwindig dann das Ansprechen mit einer größeren Frequenz u Absinken der Frequenz mit weiterer Steigerung des D oder der Strömgeschwindigkeit.

Ferner ergibt sich aus dem Ausdruck für die To den ich gefunden habe, daß diese in hohem Maße v Dichte der die Sirene durchströmenden Flüssigkeite Gase abhängig ist. Man erkennt an dem Ausdruck daß die Tonhöhe unter sonst gleichen Umständen m nehmender Dichte des strömenden Mittels stark zun muß. Dies habe ich auch durch Versuch festgestellt, ich das Dreuwsche Gerät der Reihe nach mit W Kohlensäure, Sauer- und Wasserstoff betrieb. Dabei sich eine ansteigende Reihe der Tonhöhen.

Im übrigen haben die Erscheinungen der Sch sirenen große Ähnlichkeit mit den Schwingungen der den Lichtbogen. Sie gehören wie diese zu den Schwing erscheinungen in einer Energieströmungsbahn mit neg Kennlinie, die mit einem schwingfähigen System v den ist.

Kennzeichnend für die Schwingsirenen ist de sammenhang des Druckes und der Geschwindigkei Strömung, wenn diese stationär ist und ein wenig g wird. Ist v die Strömgeschwindigkeit und h die Fläc Spaltes, so gilt $v\,h =$ konst. Der Druck p sucht den zu vergrößern; in erster Annäherung gilt $h =$ konst

Aus beiden Gleichungen folgt:

$$p = \frac{\text{konst}}{v}$$

oder

$$\frac{d\,p}{d\,v} = -\frac{\text{konst}}{v^2},$$

d. h. die Strömungsbahn hat eine negative Kennlini muß die mit ihr verbundene Membrane zu Schwing anregen. Die Schwingsirenen gehören demnach zu de merkenswerten Geräten, mit denen man die sonst n Pfeifen zu untersuchenden wichtigen Schwingungse nungen bei nicht periodisch wechselnden Energie bequem herbeiführen und messen kann. Insbesonder merkenswert sind die Schwingungen 3. Art, d. h. solch denen die Schwingungsamplitude so groß wird, da ursprüngliche Strömung sich zeitweise umkehrt. Ich m vermuten, daß Abb. 4 in dem Aufsatz von Günther solche Schwingung darstellt. [N 9

Berlin-Charlottenburg. W. H

[1]) M. Krayn, Berlin 1922.

Abb. 1
Eimerkettenbagger mit Raupenketten-Fahrantrieb für 450 m³/h Leistung; Eimerinhalt 0,3 m³.

Eimerkettenbagger

Von Ing. J. F. Kesper, Essen

us Abb. 1 bis 4 ist der Aufbau eines neuen Eimer-
baggers mit Raupenketten-Fahrantrieb der Lübecker
inenbau-Gesellschaft, Lübeck, zu ersehen. Das Gerüst
t aus dem Unterwagen *a*, Abb. 2 und 3, der Einlauf-
b, der Eimerleiter mit dem Drehpunkt *c*, dem Auf-
dem Ballastkasten *e* und dem Schutzhaus *f*. Auf der
rm des Unterwagens sind der Antriebmotor *g* und die
inenteile zum Fahrantrieb aufgestellt, während auf
lattform des Gerüstaufbaues die Getriebe für den
ntrieb und die Leiterwinde untergebracht sind. Die
frinne *b* ist, um eine gleichmäßig ebene Oberfläche
alten, da die Raupenketten sich beim Baggern, je nach
ffenheit des Bodens, mehr oder weniger in diesen ein-
n, oben am Aufbau drehbar befestigt; das untere Ge-
de ist mit dem Drehpunkt der Eimerleiter mittels Seile
nden, die über Rollen zu einer Winde laufen und am
ger aufgehängt. Durch entsprechendes Heben oder
des unteren Teiles lassen sich die Eimer sowie Eimer-
zu der jeweils gewünschten Erdoberfläche einstellen.
r Bagger kann entweder durch einen kompressor-
Dieselmotor oder Elektromotor angetrieben werden,
der den Eimerkettenantrieb, Leiterwinden und Fahrantrieb
betätigt. Der elektrische Strom wird dem Bagger, je nach
den örtlichen Verhältnissen, durch Freileitung mit Strom-
abnehmer oder durch ein Kabel zugeleitet, das sich auf einer
Trommel selbsttätig auf- oder abwickelt. Der Turas sowie
die Eimerkette werden durch Riemen- oder Seiltrieb und
Zahnräder von der Hauptantriebwelle aus getrieben.

In das Getriebe ist eine Reibkupplung eingeschaltet, die
bei ungewöhnlich hohen Grabwiderständen der Eimer glei-
tet und so Brüche der Getriebeteile nach Möglichkeit ver-
hindert. Die Kupplung wird auf den jeweiligen Grabwider-
stand mittels eines Gegengewichtes eingestellt. Sie ermög-
licht ferner, daß man das Turasgetriebe stillsetzen kann,
ohne daß der Motor zum Stillstand gebracht werden muß.
Der Fahrantrieb erfolgt von der Hauptantriebwelle aus.
Ein Wendegetriebe ermöglicht ein Vor- und Rückwärts-
fahren des Baggers. Da der Bagger nicht auf einem festen
Gleis fährt, sondern auf einer Raupenkette, wird beim
Schwenken des Baggers die eine Raupenkette vom Antrieb
vollständig aus- oder auf eine geringe Geschwindigkeit
geschaltet.

Einen Doppelbagger mit Drehgestellen für elektrischen
Antrieb zeigen Abb. 5 und 6. Dieser Bagger wird für
Eimerinhalte von 300 bis 500 l ausgeführt.

Abb. 2 bis 4
Eimerkettenbagger mit Raupenketten-Fahrantrieb der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck, angetrieben mittels Diesel- oder Elektromotor

Eimerinhalt 0,075 m³, 30 Schüttungen in 1 min, theoret. Stundenleistung 135 m³/h, Baggertiefe bis 40° Leiterneigung 6 m, Abtraghöhe bei 45° Leiterneigung 6 m, Fahrgeschwindigkeit 4 m/min, Leistung des Antriebmotors 65 PS, Länge des Förderbandes 15 m

a Unterwagen
b Einlaufrinne
c Drehpunkt der Eimerleiter
d Gerüstaufbau
e Ballastkasten
f Schutzhaus
g Antriebmotor

a hintere Portalstütze

Abb. 5
Doppeltorbagger mit Drehgestellen für elektrischen Antrieb

Eimerinhalt 0,3 bis 0,5 m^3, 25 Schüttungen in 1 min, theoret. Stundenleistung 450 bis 750 m^3/h, Baggertiefe bei 45° Leiterneigung und wagerecht gestelltem Ebnungsstück 21 oder 19 m, Abtraghöhe bei 45° Leiterneigung 18 oder 16 m. Fahrgeschwindigkeit 6 oder 7 m/min, Leistung des Hauptantriebmotors 220, 275 oder 325 PS, zwei vordere vierachsige Drehgestelle mit je zwei angetriebenen Achsen, ein hinteres Drehgestell mit vier Laufachsen. Leistung beider Fahrmotoren je 30 PS, Leistung des Verdichtermotors zur Erzeugung der Druckluft für die Lamellenkupplung des Getriebes 12 PS.

Die hintere Portalstütze *a* ist drehgestellartig gebaut. Sie kann infolge ihrer Lagerung auf einer Kugelfläche Spurerweiterungen zwischen Vorder- und Hinterschienen, wie sie sich beim Fahren durch Krümmungen oder bei ungenauer Verlegung des Gleises ergeben, in gewissen Grenzen nachgeben. Infolge dieser Anordnung verteilt sich das Gesamtgewicht des Baggers theoretisch genau auf drei Stützpunkte. Der obere Teil des Gerüstes trägt das Turasgetriebe und die Leiterwinde, nach hinten ist der Träger für das fahrbare Gegengewicht angebaut.

Jedes Drehgestell wird durch einen besonderen Fahrmotor angetrieben, der unmittelbar auf dem Drehgestell angeordnet ist. Die Kraft wird unter Vermeidung von Gallschen Ketten über Stirnräder übertragen. In das Getriebe jedes Drehgestells ist eine Bremse eingebaut. Sie bezweckt ein schnelles Stehen des Baggers und verhindert das Weiterfahren bei ausgeschalteten Fahrmotoren. Der Oberturas wird mittels Seiltriebes und Stirnradvorge von einem auf der Plattform aufgestellten und äußerst s sicher gelagerten Motor angetrieben.

In das Getriebe ist eine mittels Druckluft betä Lamellenkupplung eingeschaltet, die entsprechend wie Bagger nach Abb. 1 bis 4 Sicherheit gegen Brüche de triebeteile gewährt. Der Druck auf die Kupplung für jeweiligen Grabwiderstand wird durch ein regelbares D minderventil eingestellt, das in die Druckluftleitung e schaltet ist. Für den Notfall kann die Kupplung auch tels Druckwassers aus einer Handpumpe betätigt we

Der Eintorbagger mit Drehgestellen, Abb. 7, hat trischen Antrieb und ist für 375 oder 450 m^3 theoret Stundenleistung bei 250 oder 300 l Eimerinhalt gebaut

Kennzeichnend für diesen Bagger ist das beweg Gegengewicht. Es steht mit der Eimerleiter in Ve dung und wird beim Heben und Senken der Eimerleite einer kurvenförmig ausgeb ten Fahrbahn derart verfa daß sich hierbei die Schwera des Baggers nur unwesen verschiebt. Das Fahrwerk ebenfalls unter Vermeidung Gallschen Ketten mittels Rä übersetzung auf mehrere achsen der vorderen Drehges angetrieben. Eingeschaltete lenkwellen von den Vorgel am Gerüst nach denen der D gestelle gestatten ausreich Bewegungen der Drehgestelle allen drei Ebenen, ohne daß Zwängen in Getriebeteilen treten kann. Die wagerec Wellen sind durch ein Ausgle getriebe miteinander verbun das eine gleichmäßige Verteil der Kräfte auf beide Drehges bewirkt. Das gebaggerte wird in einen über der Du fahrt angeordneten Trichter schüttet.

Zum Verteilen des Bag gutes in die Förderwagen d gewöhnlich eine Wendeklap die durch einen besonderen Dru luftzylinder betätigt wird. die Druckluft erzeugende K pressor für Motorantrieb w eine Regelvorrichtung auf,

Abb. 6
Ansicht des Doppeltorbaggers, Abb. 5, von rechts

Abb. 8 bis **10**
…ntorbagger mit Drehgestellen …ch Abb. 7 für Dampfantrieb
…a bewegliches Gegengewicht
Theoret. Stundenleistung 330 …der 396 m³/h. Leistung der Antriebmaschine 140 PS_i, wasserberührte Kesselheiz…fläche 64 m², Betriebsdruck 12 at.

…Überschreiten der vorgesehenen Druckgrenze selbst…len Kompressor auf Leerlauf einstellt und bei Minder… wieder einschaltet. Außerdem ist ein besonderer …luftbehälter vorhanden.

…bb. 8 bis 10 zeigen den Bagger nach Abb. 7 für Dampf…. Zum Antrieb sämtlicher Getriebe dient eine …de Verbund-Dampfmaschine von 290/440 mm Zylinder… und 320 mm Kolbenhub bei rd. 225 Uml./min. Die …ung wird durch einen Achsenregler beeinflußt, sc …parsamster Dampfverbrauch gewährleistet ist. Der …f wird in einem liegen… Röhrenkessel erzeugt. … der Kurbelwelle der …fmaschine werden der …eb der Fahrvorrichtung, …Antrieb der Eimerkette …santrieb) und der An… der Leiterwinde abge…. Es sind zwei Standorte …en Baggerführer symme… zur Baggermitte vorge… so daß das Arbeitsfeld …aggers bei jeder Fahrt…ng vom Baggerführer …hen werden kann.

Für den Antrieb des Fahrwerks dienen Riemen- und Räderübersetzungen, die unter Zwischenschaltung eines Wendegetriebes auf mehrere Laufachsen der vorderen Drehgestelle wirken. Die Seiltrommel wird mittels Hanfseiles unter Zwischenschaltung eines Wendegetriebes, Schnecken- und Stirnrädervorgeleges angetrieben. In das Getriebe ist eine Bremse eingebaut, die im Zusammenhang mit der Steuerung des Wendegetriebes betätigt wird, und zwar so, daß sie im ausgerückten Zustand eine selbsttätige Bewegung der Leiter verhindert. [M 489]

Abb. 7
Eintorbagger …ür elektrischen Betrieb

…rinhalt 0,25 oder 0,3 m³ …Schüttungen in 1 min, …et. Stundenleistung 375 oder …m³/h, Baggertiefe bei 45° …rneigung 15 oder 12 m, …ghöhe bei 45° Leiter…ung 13 oder 10 m. Fahr…schwindigkeit 4,8 m/min, …ung des Hauptantriebmotors …PS, des Fahrmotors 25 PS, …Verdichtermotors für die …igung der Verteilerklappe 10 PS.

RUNDSCHAU

Eisenbau

Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes

Die diesjährige Hauptversammlung des Deutschen Eisenbau-Verbandes fand am 21. und 22. Oktober unter dem Vorsitz des Direktors Dr.-Ing. E. h. Eggers, Hamburg, in Danzig statt und begann mit der Ernennung des um den deutschen Eisenbau hochverdienten Geheimrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Krohn in Danzig zum Ehrenmitglied. Geheimrat Krohn, der in diesen Tagen seinen 75. Geburtstag feiert, überbrachte auch die Grüße des Vereines deutscher Ingenieure als dessen Vertreter und als Mitbegründer des Deutschen Eisenbau-Verbandes und bezeichnete mit Recht den D. E.-V. als einen der großen Sonderverbände, die in der Richtung des V. d. I. zum Wohle der deutschen Technik emporgewachsen seien. In geschäftlicher Beziehung wies Dr. Oelert darauf hin, daß, obgleich eine Belebung des Eisenbaues eingesetzt habe, die Hoffnungen auf wirtschaftliche Erfolge noch weit von der Erfüllung entfernt seien.

Reichsbahnoberrat Dr. Schächterle, Stuttgart, sprach über

die Gestaltung der eisernen Brücken

und betonte, daß die künstlerische aus der zweckvollen Gestaltung durch die eigene Kraft der Entwurfsverfasser hervorgehen muß[1]). In der Leichtigkeit und der Eleganz der Erscheinung liegt der ästhetische Wert und dessen künstlerische Steigerungsmöglichkeit bei eisernen Brücken gegenüber den steinernen. Die Entwicklung in dieser Richtung wurde in mehreren bekannten Beispielen des Brückenbaues aus diesem Jahrhundert im Gegensatz zu älteren Werken vorgeführt.

Lebhaft beachtet wurde der Vortrag von Prof. Dr. Karner, Zürich, über

Nebenspannungen, Durchbiegungen und Konstruktionsgewichte von Rautenträgern im Vergleich zu weitgespannten Dreieckfachwerken.

Als Folge der Vergrößerung der Verkehrslasten und Stützweiten in Wechselwirkung mit der Einführung hochwertiger Baustoffe, sind für sehr große Spannweiten einfache Balken mit zweifachem System ausgeführt worden, Rautenträger und Kreuzfachwerk, beide ohne senkrechte Pfosten. Bei einer zweigleisigen Eisenbahnbrücke von 100 m Stützweite ist das zweifache Fachwerk 4 bis 5 vH schwerer als das einfache; die Konstruktionshauptzahlen sind praktisch für alle Systeme gleich. Die Einfluß- und Biegungslinien der Rautenträger zeigen jedoch einen zackigen Verlauf bei Annahme gelenkiger Knoten, bei steifen Knotenpunkten in erheblich milderer Form. Auch die Nebenspannungen sind bei zweifachem System größer, aber im zulässigen Maße.

Die Belastungsversuche an der neuen Rheinbrücke in Wesel, deren Hauptträger Rautenfachwerk enthält, ergaben wellenförmige Biegungslinien bei Punktbelastungen, die im Ober- und im Untergurt entgegengesetzt sind und geringere Ausdehnung als bei den errechneten Zacken bei gelenkigen Knoten aufweisen. Bei normalen Gruppenbelastungen (gleichzeitige Belastung beider Systeme) entsprechen die Durchbiegungswerte denen bei Dreieckfachwerken.

In der Aussprache bestätigte Dr. Schächterle die Beobachtung der geringeren praktischen Durchbiegung bei alten Gitter- und Netzwerkbrücken und betonte, daß man doch nicht bloß nach rein statischen Gesichtspunkten entscheiden, sondern sich auch vom konstruktiven Gefühl leiten lassen müsse, das bei den älteren Brücken mehr verkörpert sei.

Demgegenüber betonte Geheimrat Prof. Dr. Hertwig, Berlin, daß man von einer Nichtübereinstimmung der Theorie und Praxis nur dann reden könne, wenn die wirklichen Voraussetzungen streng in die etwas verwickelte Rechnung eingeführt würden und besonders die Berechnung der Nebenspannungen allein nach dem Mohrschen Verfahren durchgeführt sei.

Baurat Dr. Bohny, Sterkrade, wies darauf hin, daß lange Druckstäbe, die nicht mehr in das Gebiet des plastischen Knickes fallen, gleich bemessen werden müßten, gleichgültig, ob sie in St 37, St 48 oder Siliziumstahl konstruiert sind. Bei Trägern mit sehr langen Knickstäben sind daher die Konstruktionskoeffizienten nicht mehr gleich und die Systeme mit hochwertigen Baustäben etwas ungünstiger.

Bei der weiteren Aussprache ergab sich, daß die Weseler Brücke von den Besuchern vom ästhetischen Standpunkt aus günstig beurteilt wurde. Über die Wirtschaftlichkeit dieser Bauart konnte man keine völlige Aufklärung erreichen, obgleich Bohny, als der Ausführende des Weseler Br
überbaues, behauptete, daß der Einheitspreis der R
träger nicht höher sei als der für Fachwerkträger.

Über die Kosten der Unterhaltung erscheint m
neuerer Erfahrung bei Eisenbahnbrücken die Erör
unfruchtbar. Es ist nicht von der Hand zu weisen,
auch Prof. Müllenhof, Aachen, hervorhob, da
Unterhaltungskosten bei der vollwandigen Brücke am
ten seien und bei den engmaschigen Fachwerkbrück
geringsten. Hier muß die Beobachtung derartiger B
Endgültiges lehren; namentlich möchte ich auch bes
die Beobachtungen der Nietverbindungen an den Quert
anschlüssen bei diesen pfostenlosen Systemen empfeh

Reichsbahnoberrat Füchsel, Berlin, trug übe

Schweißen im Eisenbau

vor: Die Schweißung in der Kehlnaht bei nicht in
Ebene liegenden Blechen wird trotz der Biegung
spruchung als vollständig betriebsicher hingestellt,
empfiehlt es sich, die Nähte so anzusetzen, daß die V
dung nur geringe Biegung erfährt. Der Gütewert
Schweißnaht liegt bei 80 vH des ungeschweißten Werks
Vorzugsweise wird die Güte der Schweißarbeit durch
versuche geprüft. Röntgenversuche sind zu teuer.
dynamische Zwecke müssen Vorversuche an wichtigen
bindungen mit dauerndem Lastwechsel angestellt w
Gewichtersparnisse sind beim Bau eines fünfstöc
Hauses erzielt, jedoch keine Kostenersparnis. Nur l
Fachkonstruktionen und kleine Brücken können vers
weise in Auftrag gegeben werden. Der einzige We
daß Konstrukteur und Benutzer mit Vertrauen zur Sch
technik erfüllt werden.

Die Schwierigkeiten und Bedenken kennzeichnete i
Aussprache Prof. Dr. Gehler, Dresden, in bezug au
Dehnung, die Wärmeentwicklung und insbesondere die
formung der durch Schweißen anzuschließenden Stäbe.
kann eine Schweißkonstruktion nicht wie eine gen
nachgeprüft werden. Jedenfalls riet Gehler, nicht
gleichem Optimismus an die Schweißverbindungen bei
ten heranzugehen, wie es vor 25 Jahren mit dem E
beton geschehen sei. Sache des Ausschusses werde es
durch Versuche, auch solche mit Erschütterungen, w
Klärung herbeizuführen. In der ferneren Aussprache w
auf die Rostgefahr und die Schwierigkeiten des Schwe
beim Zusammenbau, sowohl im Hoch- wie im Brücke
hingewiesen. Es empfiehlt sich also dringend, hier
Vorsicht nur Schritt für Schritt vorzugehen.

Über

Versuche mit großen Glasplatten auf eisernen Spross

berichtete Prof. Graf, Stuttgart[2]). Er gab hierbei
schluß über die Widerstandfähigkeit von Drahtglas und
glas und empfahl, daß man als zulässige Biegungsb
spruchung von Glas zur Zeit 70 kg/cm² annehmen kö
Diese Frage scheint aber noch nicht reif für die stat
Berechnung zu sein.

Brückenbauarbeiten im Hamburger Hafen

führte Oberbaurat Baritsch, Hamburg, vor, wobei
von dem Ein- und Ausschwimmen von Brücken d
Prähme und mittels Schwimmkrane lehrreichen Gebrauc
macht hat. Z. B. mußte beim Neubau zweier eingleis
Eisenbahnbrücken im Ellerholzkanal eine schräge E
bahnbrücke auf die andre Seite der bestehenden Stra
brücke auf die Weise verlegt werden, daß die Straßenbr
auf Land gezogen, die Eisenbahnbrücke an ihr vorbeigez
und um 180° gedreht wurde. Die Arbeiten für die Auf
lung einer Fußgängerbrücke von 93 m Spannweite, ein
schönes Bauwerk mit Sichelbogen und Zugband im B
denburghafen, bestanden darin, daß der Bogen mit H
zweier Gerüstböcke mit Pendelstützen in drei Teilen d
einen Schwimmkran von 75 t Tragfähigkeit eingesetzt wu

Einen deutschen Brückenfilm führte Prof. Sch
höfer, Braunschweig, vor, der die Aufstellung der Br
bei Novisad zum Gegenstand hatte.

Dipl.-Ing. Rein, Berlin, sprach in der vorausge
genen geschäftlichen Tagung über die

Tätigkeit der amerikanischen Eisenbauanstalten

die, 300 an der Zahl, in den letzten Jahren nicht der Na
frage genügen konnten. Die riesigen Wolkenkratzer w
den ausschließlich in Eisen ausgeführt, von denen je
einzelne Bau viele tausend Tonnen erfordert. Ebenso
waltig sind die für den Brückenbau erforderlichen Mas

[1]) Vergl. K. Schaechterle, Die Gestaltung der Brücken, Z. Bd. 71 (1927) S. 1213.

[2]) Eine Abhandlung hierüber erscheint demnächst in di Zeitschrift.

n bereits bei einer Spannweite von über 1000 m an-
rt ist[3]). Man erkennt daraus, daß man in Amerika
im Anfang einer gewaltigen Entwicklung des Eisen-
steht. Man sucht dort auch die wirtschaftliche Lage
erke zu heben, den technischen Fortschritt zu fördern,
schaftliche Forschungsarbeit zu unterstützen und die
rschriften zu verbessern. Besonders wirksam ist die
igige Werbung, die die Öffentlichkeit über die erreich-
orzüge der Eisenkonstruktion aufklärt. Man strebt
nach dem Zusammenwirken auf allgemeinem Arbeits-
mit dem Deutschen Eisenbau-Verband.

rwähnt sei zum Schluß noch die Ansprache des der-
n Rektors der Danziger Hochschule, Prof. Schulze-
ot, und sein Aufruf, der auch hier Widerhall finden
den jungen deutschen Nachwuchs an die
ziger Hochschule zu schicken, damit da-
das Deutschtum gestützt und geschützt und die Stu-
den wiederum an dieser gefährdeten Stelle ihr geisti-
lickfeld erweitern und die Fähigkeit erwerben, später
genieure Führer zu sein auf dem Wege zur Einigkeit,
sich in dem engen Gestrüpp politischer Zersplitterung
fangen. [N 1014]

lin Dr.-Ing. E. h. Karl Bernhard

[3]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1773.

Straßenbau

Die neue Straße

ine gemeinsame Tagung der Vereinigung der tech-
n Oberbeamten deutscher Städte und des Deutschen
s für öffentliche Gesundheitspflege hat in Saarbrücken
. September 1927 stattgefunden. Über die sich auf die
tliche Gestaltung der Straßen beziehenden Verhand-
sei hier kurz berichtet.

tadtbaurat Dr.-Ing. Althoff, Breslau, wies in seinem
g „Verkehr und Straße" nach, daß die neuzeitliche
nschaft und Technik auch die Gestaltung der Straße
lußt hat und dies in Zukunft noch mehr tun dürfte.
ahrhunderte lang unverändert gebliebene Straße des
alters mußte sich im 19. Jahrhundert den Anforderun-
r starken Großstadtbildung anpassen, eine dritte neue
cklung steht jetzt bevor, veranlaßt durch das Um-
des Verkehrs auf den Kraftwagen, wodurch die
weit stärker belastet wird. Einerseits muß das ver-
Deutschland wirtschaftliche Erwägungen mehr als bis-
oranstellen, anderseits fordert die neue Bauweise der
mit ihrem Streben nach Licht und Luft Auflockerung
amit häufig über die verkehrstechnische Notwendigkeit
sgehende Straßenbreiten.

ie Teilung der Großstädte in ausgesprochene Wohn-,
äfts- und Industrieviertel, der Ausbau der Fernheizung,
nahme von Wohnungen mit eingebauten Möbeln geben
Richtpunkte für die Anlage der Straße. Neue Bau-
und Verfahren bieten ganz neue Grundlagen für den
nbau. Infolge des Strebens nach künstlerischer Ein-
erden sich im Aufriß der Straße bessere Formen durch-
, auch das Neuaufleben der Farbe dürfte von erheb-
Einfluß sein.

ie Folgen der neuen Entwicklung, soweit sie sich be-
iberblicken läßt, werden einmal übersichtliche, schlanke
hrslinien zugunsten des schnelleren und dichteren
hrs sein. Ferner wird man in dicht bebauten Vierteln
hrsadern verschiedener Art schaffen müssen, indem
elastungsgrenze durch Zusammenfassung der Fahr-
mit gleicher Schnelligkeit gesteigert wird. Schließ-
wird besonders sorgfältige Ausbildung der Straßen-
ngen als der größten Gefahrenpunkte notwendig sein.

ei der Wohnstraße wird der Fahrdamm häufig ent-
ch sein. Das Grün der Straße wird mehr berücksich-
nd mit Breite, Befestigung und Häuserreihe zu einem
nischen Ganzen verschmolzen werden müssen, wobei
tliche Durchführung der Farbe nicht zu vergessen ist.
en Versuchen zur Neugestaltung der Straße können
Rückschläge nicht ausbleiben. Es wäre daher dringend
scht, daß die Städte durch regen Austausch ihrer Er-
ngen unnötige, heute besonders schwer tragbare wirt-
liche Verluste nach Möglichkeit vermeiden.

nschließend behandelte Magistratsoberbaurat Lösch-
n, Berlin, die Ausgestaltung der städtischen Straßen
Plätze, die infolge der zunehmenden Verkehrsdichte
Rücksicht auf die Bedürfnisse der Zukunft erfolgen
Da aus finanziellen Gründen zunächst nur der meist
eilige Ausbau der Hauptverkehrsstraßen und -plätze
ch sein dürfte, muß man zielbewußt auf Massenverkehr
beiten, um unrettbare Verstopfung der Straßen durch
nenkraftwagen vorzubeugen.

Im Entwurf ist, auch bei zunächst nur teilweisem Ausbau, die volle Zukunftsbreite vorzusehen. Zur Erhöhung der Ordnung, Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs ist jeder Art wie auch jeder Richtung möglichst ein besonderer Streifen der Fahrbahn zuzuweisen, bei genügender Breite in der Mitte die Straßenbahn auf besonderem Bahnkörper, rechts und links je ein breiter Damm für Schnellverkehr, dann ein Radfahrweg mit Wandelweg, Reitweg oder schmaler Längsinsel, ein schmalerer Damm für den Anliegerverkehr und der Bürgersteig. Da die Breite der Fahrdämme sich nach der Fahrzeugbreite zuzüglich dem für die Sicherheit nötigen Zwischenraum, der „Verkehrspur", richtet, ist das Bestreben der Kraftwagenindustrie, die Breite der Wagenkasten über das heute allgemein übliche Höchstmaß von 2,20 m auszudehnen, unbedingt abzulehnen.

An der Hand einer großen Zahl von Lichtbildern in- und ausländischer Verkehrsplätze in früherem und neuem Zustande erörterte der Redner die zweckmäßigste Einteilung, die die öffentliche Ordnung, Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs möglichst ohne polizeiliche Maßnahmen gestattet und die Fahrdämme auch für Fremde klar, übersichtlich und eindeutig gestaltet. Grundsätzlich soll, wie bei der Eisenbahn, nur Rechtsverkehr möglich sein, durch Einbau von Inseln sind Verkehrsschläuche zu schaffen, die selbsttätig jedes Fahrzeug in die vorgeschriebene Bahn zwingen; der große Kreisverkehr ist für Fuhrwerke und Straßenbahn als beste Lösung anzustreben.

Bei ungenügender Platzgröße richtet man zweckmäßig für die Straßenbahn Kreuzungsverkehr unter Vermeidung von Linksabzweigungen ein, für die Fuhrwerke dagegen Umfahren einer größeren Mittelinsel. Bei sternförmigen Plätzen ist für unwichtige Straßen Einbahnverkehr vorzuschreiben, für zwei gleichlaufende Einbahnstraßen Rechtsverkehr. Um durch Übersichtlichkeit die Gefahren zu verringern, sind ohne ästhetische Rücksichtnahme Aufbauten aller Art, auch Denkmäler, und möglichst auch Bäume zu vermeiden; Fußgänger sollen den Platz nur rechtwinklig zur Straßenachse überschreiten.

Oberbaudirektor Leo, Hamburg, betonte in seinem Vortrag „Der unterirdische Städtebau", daß mit Hilfe der Gasfernversorgung aus den Kohlengebieten eine Steigerung des Gasverbrauchs je Kopf auf 55 m³ gegen 178 m³ in England zu erzielen sei, wenn sich der Preis erheblich herabsetzen ließe. Für die Leitungen werden bei dem hohen Anfangsdruck von etwa 30 at nahtlos geschweißte Stahlrohre mit Umkleidung gegen Rostgefahr und mit Schweißverbindungen verwendet; die Erhöhung des Leitungsdruckes gestattet Herabsetzung der Querschnitte. Wegen der Frostgefahr müssen Wasserleitungen in etwa der doppelten Tiefe wie Gasrohre verlegt werden, 1,5 m. Bei der Versorgung mit elektrischem Strom ist steigende Erzeugung in Großkraftwerken und Verteilung durch Fernleitungen zu erwarten. Die bisherigen kleinen Werke können als Wärmespeicher in Verbindung mit Fernheizungen ausgenutzt werden, deren Entwicklung aus gesundheitlichen Gründen wünschenswert ist, obwohl sie großen unterirdischen Raum beanspruchen.

Nach kurzer Erörterung über den Bedarf der Reichspost zur Verlegung von Kabeln und Anlage von Kabelbrunnen und der besonders hohen Anforderungen der Untergrundbahn werden die nachstehenden Folgerungen hervorgehoben: 1. Bei den oberirdischen städtebaulichen Planungen sind die Anlagen unter der Erde wegen ihres engen Zusammenhanges mit zu berücksichtigen. 2. Im Entwurf des Preußischen Städtebaugesetzes ist mit Rücksicht auf das zunehmende, zum Teil neuartige Bedürfnis von Stadt und Land nach Versorgung mit Energien und Stoffen eine Sicherung von Versorgungsflächen vorzusehen. 3. Verteilleitungen sind einheitlich möglichst unter dem Fußweg und Übertragungsleitungen nur unter dem Fahrdamm unterzubringen. 4. Besondere Gänge für unterirdische Leitungen werden sich bei ungünstiger Zusammendrängung großer Werke und damit auch der großen Leitungen auf engen Raum als notwendig erweisen Jedenfalls ist ihre Durchführung technisch und wirtschaftlich ernstlich zu prüfen, falls die Kanäle der Fernheizungen die Belastung verkehrsreicher Straßen noch mehr erhöhen, gleichzeitig Untergrundbahnen durchzuführen sind und die Versorgung der Städte mit unterirdischen Anlagen sich überhaupt noch weiter erheblich steigern sollte. 5. Durch gemeinsame Verlegung von Leitungen in die gleiche Baugrube sind wiederholtes Aufgraben und die dadurch bedingten Verkehrsstörungen kaum zu verringern, doch muß dabei ein planmäßiges, zeitliches und örtliches Ineinandergreifen unter einer technisch maßgebenden, die Straße beherrschenden Stelle gefordert werden. Eine solche würde in jedem Falle die Genehmigung zum Aufgraben zu erteilen und dabei alle beteiligten Verwaltungen stets zu benachrichtigen haben. [N 876]

Berlin Dr. H. W. Wolffram

Abb. 1
Schlafwagen der Stahlbauart 1. Klasse für die Internationale Schlafwagengesellschaft

Länge über die Puffer	23 452 mm	Höhe über S.-O.	4 000 mm	Drehgestellradstand	2 500 mm
Größte Breite	2 854 „	Drehzapfenabstand	16 000 „	Dienstgewicht	57 t

Eisenbahnwesen

Schlafwagen aus Stahl der Internationalen Schlafwagengesellschaft

Die von der Waggonfabrik Gebrüder Credé & Co., Niederzwehren bei Kassel, gebauten neuen eisernen Schlafwagen 1. Klasse für die Internationale Schlafwagengesellschaft, Abb. 1, die von der deutschen Bauart abweichen, haben acht einbettige und vier zweibettige Abteile. Zwischen je zwei zweibettigen Abteilen befindet sich ein Waschraum, und an jedem Kopfende der Wagen liegt ein Abort mit Wasserspülung, Abb. 2. An einem Ende des Seitenganges ist ein von der zugehörigen Plattform aus zugänglicher Raum mit dem Kessel für die Warmwasserheizung vorhanden.

Zwei etwa 15 500 mm lange, kräftige, fischbauchartig durchgebildete, mittlere Langträger bilden gewissermaßen das Rückgrat des Wagens, Abb. 3 bis 5. Diese Längsträger schließen an 2050 kg schwere, aus einem Stück bestehende Stahlguß-Endstücke an. Diese Endstücke bilden vom Schemelträger bis zum Kopfträger einschließlich das Untergestell. Der für diese Endstücke und Drehgestellrahmen verwendete Stahlguß hat eine Festigkeit von rd. 60 kg/mm². Die Untergestell-Endstücke und zwei gepreßte Doppelquerträger, die durch den Fischbauchträger hindurchgehen, teilen diesen in drei gleiche Felder von rd. 5350 mm Länge ein und verbinden ihn mit den Unterzügen der Seitenwände. In jedem Feld sind verschiedene Konsolen und ein geteilter Querträger so angeordnet, daß durchschnittlich auf je 1 m eine Verbindung der Seitenwände mit dem mittleren Langträger vorhanden ist. An den Konsolen und Querträgern sind die verschiedenen Bremszylinder, Luftbehälter sowie die Batterie- und Ersatzteilkasten befestigt. Der freie Raum zwischen dem Deckblech des Fischbauchträgers und den Seitenwandunterzügen ist mit 1,5 mm dickem Wellblech ausgefüllt und bildet in Gemeinschaft mit dem Deckblech des Fischbauchträgers den Fußboden. Das Wellblech ist mit den Trägern so vernietet, daß es das Untergestell gegen seitliches Ausknicken und diagonale Verschiebung sichert. Abb. 6 zeigt den Schnitt durch den Fußboden im Abteil.

Das Gerippe der Seitenwände besteht aus dem Unter- und Oberzug, der Brüstung und den Fenstersäulen. Die Unterzüge bestehen aus ⅂-Eisen 127 × 76 und Winkeleisen 120 × 80. An die Winkeleisen sind die Fenstersäulen angenietet, die aus 3 mm dickem Stahlblech mit [- und _|‾|_-förmigem Querschnitt gepreßt wurden. Die Säulen schneiden mit dem Oberzug ab, der aus einem 3 mm dicken Stahlblech und einem L-Eisen hergestellt ist. Die äußere Wandbekleidung besteht aus 3 mm dickem Stahlblech.

Das Tonnendach wird durch Spriegel und Langstreben aus Winkeleisen (30 × 30 × 3) sowie 1,5 mm dickem Stahlblech hergestellt. Den seitlichen Abschluß des Daches bilde Regenleiste; das äußere Dach wurde mit Subox-Bleian versehen.

Zur Erlangung einer größeren Steifigkeit des W kastens erhalten sämtliche Querwände eine zwische Rahmenwerken der Holzverkleidung der Abteile und der Innendecke des Seitenganges liegende Blechwan mit Winkeleisen umsäumt ist, und die die Fußbode bleche, den Fischbauchträger, die Seitenwand der A seite und die oben erwähnten Dachspriegel miteinande bindet, Abb. 7. Alle Teile, das Untergestell, die S Kastenkopf- und Stirnwände und das Dach sind tauschbar.

Die Innenausstattung ist besonders geschmackvol bequem ausgebildet. Neu ist dabei der Grundriß de bettigen Abteile, der durch die Verlängerung des W um 3552 mm auf 23 452 mm gegenüber der hölzernen B ermöglicht wurde.

Das Herablassen der Abteilfenster geschieht durc Bewegungsmechanismus, Bauart Hera, in der Weise ein etwa 300 mm langer Hebel, der einen Bogen von beschreiben kann und in der Mitte unter der Fe brüstung untergebracht ist, jedes Fenster leicht be Dieses Hebelsystem liegt in der Fenstertasche und i allen Stellungen feststellbar. Die günstige Hebela nung und der geringe Kraftbedarf zur Betätigung e licht es jedem Reisenden, während des Sitzens die Fe zu öffnen oder zu schließen. Wird das Fenster in ir einer Stellung etwa durch Aufstützen des Oberkörper lastet, so bleibt es in dieser Höhe stehen. Der Fe mechanismus ist also selbstsperrend. Ähnlich sind di weglichen Fenster des Seitenganges ausgeführt mit Ausnahme, daß sie nicht selbstsperrend sind. Sie w durch einen Griff, der am oberen Fensterrahmen-Quer angegossen ist, bewegt. In der geschlossenen Ste wird jedes Fenster durch einen Riegel festgehalten.

Alle Abteile und Nebenräume haben je einen, Seitengang drei Luftsauger erhalten, die auf dem Dach Wagens angeordnet sind. Die Sauger werden durch Sch

3970 = Länge des Stahlgußstückes — Kastenkonsole — durchgehende Doppelquerträger

Abb. 2
Schlafwagen 1. Klasse, Grundriß

a großer Eisschrank
b Abtretteppich
c kleiner Eisschrank, darunter Handbremsspindel
d kleiner Abort
e Kleiderschrank
f Klapptisch
g Schränke
h Klappsitze
i Waschräume
k Waschtische, darunter Schränke für gebrauchte Wäsche
l Waschschränke
m Bettverlängerer für *n*
n Schaffnersitz
o Schalttafel
p großer Abort
q kleiner Kohlenkasten, darüber Eisschrank
r großer Kohlenkasten, darüber festes Fenster
s Ofen der Warmwasserheizung

Abb. 6. Schnitt durch den Fußboden im Abteil

perrt, die von den Abteilen aus durch einen Bowden-
bewegt werden können.
ler Wagen wird elektrisch durch eine Lichtmaschine,
t Dick, beleuchtet, die im Untergestell des Wagens
hängt ist und mittels Riemens von der nächstgelegenen
gestellachse angetrieben wird. Zwei Akkumulatoren-
ien, die von der Lichtmaschine während der Fahrt
laden werden, liefern bei Stillstand den Lichtstrom[1]).
ie Wagen werden in der Regel durch eine Warm-
rheizung (Thermosyphon-Heizung) geheizt. Der Heiz-
l hat Kohlen-Feuerung, so daß auch ein alleinstehender
n geheizt werden kann. Der erforderliche Brenn-
wird in zwei großen Behältern, die an der zugehörigen
nstirnwand über den Puffern liegen, untergebracht.
rdem kann der Kessel durch Dampf von der Lokomo-
aus geheizt werden, der durch einen Injektor in den
essel gelangt. Die Wände des Kesselraumes sind so
gebildet worden, daß sie leicht herausgenommen wer-
können, um den Kessel vollständig freizulegen. Die
örper der Abteile bestehen aus vier, die des Seiten-
es aus zwei Kupferrohren von 50 mm l. W. Diese
sind mit leichtem Gefälle längs der Seitenwände auf
ganzen Kastenlänge durchlaufend angeordnet. In den
nstirnwänden befinden sich verschließbare Öffnungen,
die Heizrohre ein- und ausgebaut werden können,
daß es notwendig ist, von der Inneneinrichtung
dwelche Teile zu entfernen. Die Heizung wird durch
errschieber geregelt, die in der Nähe des Heizkessels
n. Bei großer Kälte wirkt nur in den Abteilen die
nwasserheizung, während der Seitengang durch eine
druck-Dampfheizung ohne Dampfpumpen erwärmt wird.

[1]) Die Lichtspannung beträgt 24/37 V, die Stromstärke 52 A.

Abb. 7
Schnitt durch das Kastengerippe und Ansicht einer Trennwand und eines Spriegels mit Leitungsausschnitten

Abb. 3 bis 5
Untergestell des Schlafwagens 1. Klasse

Die Seitenwände und das Dach haben eine etwa 30 mm dicke Schicht aus dreifachem 8 mm dickem Filz und vierfachem 1,5 mm dickem Asbestpapier mit Leinenstoff zur Wärmeisolation erhalten.

Im Dach des Wagens sind drei Wasserbehälter mit insgesamt 1100 l Fassungsvermögen untergebracht. In einem dieser Behälter kann das Wasser erwärmt werden. Über der Decke des Seitenganges befindet sich das Leitungsnetz, das kaltes und warmes Wasser in alle Aborte und Waschbecken verteilt, und über diesem sind die Panzerkabel der elektrischen Beleuchtung angeordnet. Die Hähne zur Wasserentnahme und die Beschlagteile der Aborte sind aus Weißmetall von folgender Zusammensetzung: 60 Teile Cu, 20 Teile Sn, 18 Teile Ni und 2 Teile verschiedene Stoffe.

Da die Wagen in den meisten europäischen Ländern verkehren sollen, sind sie mit der selbsttätigen und nichtselbsttätigen Luftsauge-Umschaltschnellbremse, Bauart 1902, mit der selbsttätigen und nicht selbsttätigen Westinghousebremse (Henry-Bremse) mit einer Handbremse und den erforderlichen Signalstützen ausgerüstet. Besonders für die Stirnwände, die die verschiedenen Verbindungsschläuche und Signalstützen tragen, war die genaue Beachtung des R. I. C. notwendig. Der Ausschlag der Drehgestelle ist nach allen Richtungen so groß, daß die Wagen auf Fähren gefahren werden können.

Die Übergangseinrichtung Locem[2]) der französischen Bahnen ist sinngemäß verwandt werden. Sie entspricht den Bedingungen der Anlage F_1 des R. I. C. Die Übergangsbrücken sind zweiteilig ausgeführt. Sie haben den Vorteil, daß sie sich in den Kurven besser einstellen und daß die geschlossenen Bälge sicher begangen werden können.

Die zweiachsigen Drehgestelle amerikanischer Bauart haben einen Rahmen, der aus einem Stahlgußstück von rd. 1160 kg Eigengewicht besteht, Abb. 8 und 9. Achshalter, Lager usw. sind mit angegossen. Die Stellen, die der Abnutzung unterliegen, haben auswechselbare Verschleißstücke erhalten. Auf jeder Längsseite sind zwei Schwanenhalsträger symmetrisch zum Drehgestell-Langträger angeordnet worden. Die Abfederung erfolgt beiderseits durch drei nebeneinander liegende Doppelelliptikfedern. Die Federn auf der Abteilseite haben eine höhere Sprengung erhalten, damit das Mehrgewicht dieser Seite ausgeglichen wird. Um zu verhindern, daß die Drehgestelle sich bei etwaigen Unglücksfällen quer zur Fahrtrichtung stellen, haben sie vier Begrenzungsketten erhalten, die an den Ecken der Gestelle und an den Seitenwandunterzügen befestigt sind. [M 243]

Niederzwehren Oberingenieur Karl Bethge

Abb. 8 und **9**
Drehgestellrahmen aus Stahlguß

[2]) Office central d'études de material de chemins de fer O. C. E. M. Reseaux A. et L., Etat, Midi, P. L. M. et P. O.

Wechselstrom-Triebwagen für Bayern

Für den Nahverkehr zwischen München und seinen Vororten sowie für Fernzugstrecken nach Ausflugsorten ist von der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahngesellschaft eine Reihe neuer Wechselstrom-Triebwagen beschafft worden. Es wurden zunächst einige vorhandene Dampftriebwagen umgebaut und dann eine Reihe neuer Fahrzeuge in Ganzstahl-Bauart in Auftrag gegeben, von denen ein Teil als Trieb-, der andre als sogenannte Steuerwagen ausgebildet ist. Die Steuerwagen haben lediglich zwei vollständige Führerstände an den Wagenenden, aber keine Motoren, durchgehende Leitungen und elektrische Heizung und Beleuchtung. Zur Zusammenstellung vollständiger Zugeinheiten dienen außerdem 35 dreiachsige[...] sonenwagen, die gleichfalls mit durchgehenden Leit[...] und Kupplungen für die Vielfachsteuerung versehen [...] den sind.

Für die Durchbildung der elektrischen Ausrüstung [...] als Ziel die größtmögliche Leistungsfähigkeit der Fahr[...] gestellt worden. Von den beiden zweiachsigen Drehgest[...] ist nur das eine als Triebdrehgestell mit zwei Tatzenl[...] motoren (15 kV, $16^2/_3$ Per./s) ausgebildet, während das [...] als Laufdrehgestell die Last des darüber angeordneten T[...] formators trägt. Die Wagen haben bei rd. 20 m L[...] über die Puffer 78, die Steuerwagen 75 Sitzplätze. [...] Gewicht der elektrischen Ausrüstung beträgt bei den T[...] wagen 18,5, bei den Steuerwagen 1,5 t, das des mechanis[...] Teils 41,5 t bzw. 37,5 t, das Gesamtgewicht also 41,5 [...] 39 t. Die höchste Fahrgeschwindigkeit beträgt 76,5 k[...] die Anfahrzugkraft 6 t.

Das aus einzelnen Blechen zusammengeschweißte [...] mit den Tragspriegeln vernietete Tonnendach trägt we[...] lich zur Festigkeit des stählernen Kastengerippes bei. [...] Dachteil über der Transformatorkammer kann leicht [...] genommen werden. Er enthält den Lüftersatz, der gl[...] zeitig die Motoren und den Transformator kühlt. Die [...] tungskanäle zu den Triebmotoren sind unter dem Wa[...] dach entlang, über dem Motordrehgestell an der Wand [...] unter und durch Faltenbälge zu den Motoren geführt. [...] in einer besonderen Kammer untergebrachte Ölscha[...]

e nicht wie bei elektrischen Lokomotiven als druck- Schalter für Einbau in das Wagendach ausgebildet, rn der Gewichtersparnis halber wurde eine leichtere rt verwendet, die freilich nur die Abschaltungen und schlüsse auf der Seite der Niederspannung zu bewältigen ag. Gegen Kurzschlüsse der Hochspannungsseite wird neuartige Dachsicherung (Bauart Brown, Boveri & Cie) zt, die zwecks sicherer Beherrschung des entstehenden bogens im Gegensatz zu früheren Dachsicherungen den rungslichtbogen unmittelbar nach dem Entstehen, d. h dem Durchschmelzen des zwischen den Hörnern befind- Sicherungsstreifens, durch einen zwischen diesen lie- n geerdeten Kupferbügel abfängt. Der dadurch ein- tete unmittelbare Erdschluß bringt den Unterwerkaus- ter mit Sicherheit zum Ansprechen, nachdem die Wa- usrüstung und das Wageninnere bereits durch das hschmelzen des Sicherungsstreifens geschützt worden sind.

Der Öltransformator, ein Spartransformator mit selbst- em Ölumlauf, hat 500 kVA Dauerleistung, die sich im er um 90 kVA für die elektrische Zugheizung erhöht. beiden in einem Drahtgestell untergebrachten Tatzen- motoren sind mit Blattfedern aufgehängt. Sie sind ständig geschlossen. Zur Steuerung der Motoren dienen erbindung mit einem Spannungsteiler elektromagneti- Einzelschützen. Zur gleichzeitigen Betätigung sämt- r Stromabnehmer mehrerer miteinander gekuppelter wagen ist eine Druckluftleitung vorgesehen, bei der die hin vorhandene Ausgleichleitung der Hauptluftbehälter Bügelbetätigungsleitung verwendet wird.

Ein Teil der Wagen ist zur Zeit bereits seit über einem in ununterbrochenem Betriebe, wobei sich keinerlei ände größeren Umfanges ergeben haben. („Elektrische en" Bd. 3 (1927) S. 161) [N 692] Gü.

Werkstoffe

ersuchungen an Dampfturbinenölen[1])

An die Mineralöle zum Schmieren von Dampfturbinen sen zur Vermeidung von Störungen hohe Anforderungen llt werden. Abgesehen von den physikalischen Eigen- ften, die die einwandfreie Schmierung gewährleisten, n sie chemisch ziemlich indifferent sein, da die Oxyda- die Schmiereigenschaften der Öle und ihr Verhalten ezug auf Emulsion und Schaumbildung verändert.

Für die flüssige Reibung ist die Zähflüssigkeit die wich- e Kennzahl eines Öles. Schon die Versuche von iger[2]) haben aber gezeigt, daß die Zähigkeit allein Öl nicht einwandfrei kennzeichnet, da sie z. B. seine nung, eine genügend dünne Schmierschicht zu bilden, t erfaßt. Um die Ergiebigkeit eines Schmieröles und Mindestaufwand an Schmiermitteln beurteilen zu nen, muß man daher noch andre Kennzahlen einführen, mit den Molekularkräften, z. B. der Adhäsion, zusammen- gen. Als Maß für die Fähigkeit, während der halb- sigen Reibung die Schmierschicht zu bilden, dient die etzungskraft, die durch den sogenannten Randwinkel essen wird. Dieser steht in einer bestimmten Be- ung zur Oberflächenspannung.

Nach der Theorie von Langmuir ist die Oberflächen- nnung als ein Maß der potentiellen Energie des magne- en Streufeldes anzusehen, das sich von der Ober- henatomschicht aus erstreckt. Die Oberflächenenergie also keine Eigenschaft der Flüssigkeitsmoleküle, sondern gt ab von dem am wenigsten wirksamen Teil der Mole- und der Art, wie diese sich in der Oberflächenschicht rdnen. So bilden in den flüssigen Kohlenwasserstoffen Paraffinreihe die Moleküle der CH_3-Gruppe an den en der Kohlenwasserstoffkette die Oberflächenschicht bhängig von der Länge dieser Kette. Vom Hexan bis flüssigen Paraffin ist daher praktisch die gleiche Ober- henenergie vorhanden. Daraus geht hervor, daß sich lenwasserstoffe ohne diese wirksamen Gruppen z. B. einer Wasseroberfläche nicht ausbreiten können, was wiederholt durch Versuche nachgewiesen wurde.

Damit ein gleicher Randwinkel und damit eine gute etzung entsteht, müssen also wirksame Moleküle vor- den sein. Darauf beruhen z. B. die Verfahren, Schmier- mit freien Fettsäuren zu verwenden. Solche Öle ent- en Karboxylgruppen. Ähnlich wirken aber auch ge- e ungesättigte Verbindungen.

Im Laboratorium der Firma Brown, Boveri & Cie. A.-G. den Versuche an reinen Mineralölen für Dampfturbinen hgeführt, um die Veränderung der Schmiereigenschaften Öle im Betriebe zu prüfen. Hierbei wurden die Öle 1000 h lang künstlich gealtert, d. h. bei erhöhter Temperatur (112 °C) an der Luft erhitzt. Auch im Betriebe findet eine Oxydation der Öle statt, und durch Vergleich mit Ölen, die längere Zeit in Turbinen benutzt worden waren, konnte gezeigt werden, daß die Ergebnisse der Reaktion in beiden Fällen gleich waren.

Die Benetzungskraft hängt aber auch vom Lagermetall ab. Die Versuche wurden daher auf alle für Lager in Betracht kommenden Legierungen, Stahlguß und Gußeisen, verschiedene Arten von Rotguß und Weißmetall ausgedehnt. Dabei ergab sich einwandfrei, daß Stahlguß und Gußeisen die schlechteste und Weißmetall die beste Benetzung lieferten. Die Lagermetalle mit möglichst verschiedenartigem Gefüge sind also für die Bildung des Ölfilms am günstigsten.

Die Benetzungskraft wurde mit dem Gerät nach Dallwitz-Wegener gemessen; dabei zeigte sich, daß alle Öle im Anlieferzustand ungefähr die gleiche Benetzungskraft aufweisen. Bei der Oxydation entstehen dann Verbindungen zum Teil saurer, zum Teil ungesättigter Art, die also im Sinne der Oberflächenenergie wirksame Moleküle enthalten. Die Benetzungskraft wird also durch das Altern des Öles größer, das haben auch die Versuche mit künstlich gealterten Ölen bestätigt. Aber nicht nur die Säuren, die als wirksamen Bestandteil die Moleküle der Karboxylgruppe enthalten, sondern auch neutrale ungesättigte Verbindungen können die Benetzungskraft erhöhen. Das wurde an Ölen nachgewiesen, aus denen man die sauren Ergebnisse der Zersetzung entfernt hatte. Im übrigen besteht im Verhalten von Paraffin- und von Naphthenölen kein praktischer Unterschied; allerdings widerstehen Naphthenöle oxydativen Einflüssen etwas besser. Während die Benetzungskraft eines Öles durch die im Betrieb entstehenden Oxydationsprodukte gesteigert wird und damit seine Schmiereigenschaften verbessert werden, hat die Oxydation in bezug auf die Bildung von Schaum und Emulsion, zwei Erscheinungen, die im Betriebe sehr unangenehme Folgen haben können, gerade die entgegengesetzte Wirkung. Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß die Schaumbeständigkeit weder von der Zähigkeit noch der Oberflächenspannung abhängt. Damit ist widerlegt, daß dünnere Öle weniger schäumen sollen.

Dagegen ist für die Entstehung und die Beständigkeit des Schaumes vor allem der Aufbau der Oberflächenhaut wichtig. Daher wurden zahlreiche Messungen der Oberflächenspannung gegen verschiedene Lösungen, wie Schwefelsäure, Natronlauge, Soda und Kochsalz an Ölen im Anlieferzustand und nach künstlicher Alterung ausgeführt. Marinebehörden verlangen zwar immer noch, daß das Öl mit Kochsalzlösung keine Emulsion bildet. Die Messungen haben aber gezeigt, daß durch Kochsalz wohl Ausflockung, aber keine Emulsionen entstehen.

Wesentlich anders verhalten sich jedoch alkalische Lösungen; diese vermindern die Oberflächenspannung wesentlich. Früher hat man dies auf das Entstehen von Seife in der Grenzflächenschicht zurückgeführt und diese Seifen als Emulgatoren, d. als Stoffe angesehen, die die Emulsionen beständig machen. Demgegenüber haben die vorliegenden Versuche bewiesen, daß die Oberflächenspannung kein einwandfreies Mittel ist, um festzustellen, ob ein Dampfturbinenöl, das sich im Betriebe zersetzt hat, mit Wasser oder alkalischer Lösung eine Emulsion bildet. Im Laboratorium konnten Emulsionen aus künstlich gealterten oder im Betriebe zersetzten Ölen durch Einleiten eines Dampfstrahles erzeugt werden. Die Öle waren im Anlieferzustand durchweg gut und verhielten sich einwandfrei sowohl gegen Wasser als auch gegen alkalische Lösungen. Dampfturbinenöle in diesem Zustande zu prüfen, hat daher für die Praxis keinen Zweck. Wohl aber begünstigen die bereits erwähnten, die Benetzungskraft erhöhenden Molekülgruppen, die bei der Zersetzung des Öles entstehen, die Bildung von Emulsionen. Dabei können beide Arten von Emulsionen, nämlich von Öl in Wasser oder von Wasser in Öl, je nach den Verhältnissen auftreten. Wird reines Wasser verwendet, so erhält man immer Emulsionen von Wasser in Öl. Diese lassen sich durch elektrische Spannung sehr leicht zerstören. Alkalische Lösungen dagegen ergeben immer Emulsionen von Öl in Wasser, die sehr beständig sind und durch elektrische Spannungen nicht zerstört werden können. Man kann aber auch Emulsionen mit reinem Wasser herstellen, die ziemlich beständig sind; daraus geht hervor, daß die Entstehung der Seife nicht die Bildung der Emulsion entscheidet, sondern daß dabei dem Aufbau der Oberflächenatomschicht, die die Ergebnisse der Zersetzung enthält und die Benetzungskraft erhöht, die Hauptrolle zukommt. [N 768]

Baden, Schweiz

Dr. H. Stäger und Dr. J. P. Bohnenblust

[1]) Aus einem Bericht im „Archiv für Wärmewirtschaft" Bd. 8 (1927) S. 349.
[2]) Z. Bd. 62 (1918) S. 173.

Normblattentwürfe

(Einspruchzuschriften in doppelter Ausfertigung und für jeden Entwurf gesondert unter genauer Angabe der im rechten oberen Felde des Normblattes enthaltenen Blattbezeichnung an den Deutschen Normenausschuß, Berlin NW7, Dorotheenstr. 47, erbeten.)

Einspruchfrist 15. Februar 1928

Die folgenden Entwürfe sind vom Fachnormenausschuß für Armaturen, Gruppe Druckmesser, aufgestellt in Erweiterung der bisher herausgegebenen Blätter über Manometer DIN 3700 bis 3714.

DIN-Entwurf 3715

Manometerhähne; Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R ¼″

Der Hahn ist für Manometer und Vakuummeter nach DIN 3701 und 3702 mit 60 und 70 mm Gehäuse-Nenndurchmesser aufgestellt. Der Hahn ist mit Muffenanschluß und Zapfenanschluß vorgesehen. Der Gewindeanschluß für Manometeraufnahme und Anschlüsse ist mit R ¼″ durchgeführt.

Von der Normung eines Hahnes mit R ⅛″ ist Abstand genommen worden.

DIN-Entwurf 3716

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch; Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R ½″

DIN-Entwurf 3717

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch; Manometeraufnahme durch drehbare Muffe mit Gewindeanschluß R ½″

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch von 60 × 25 mm sind für Schiffsdampfkessel, bewegliche Landdampfkessel und für feststehende Landdampfkessel, außer in Bayern und Sachsen, im ganzen Deutschen Reich vorgeschrieben.

Manometerhähne mit rundem Prüfflansch, wie sie in Bayern für feststehende Landdampfkessel vorgeschrieben sind, wurden nicht neu bearbeitet.

Im Normensonderheft „Armaturen"[1]) ist unter den Nummern 3716 und 3718 ein Entwurf zur Kritik veröffentlicht worden.

Von der Normung eines Prüfhahnes mit Gewindeanschluß mit ½″ Whitworthgewinde (Anschluß wie in Sachsen üblich) wurde abgesehen. Die Manometer-Prüf- und Absperrhähne sind nur für verhältnismäßig niedrige Drücke verwendbar. Für höhere Drücke und Höchstdrücke sind Manometerabsperrventile mit und ohne Prüfflansch zur Normung vorgeschlagen.

Gebeten wird, während der Einspruchzeit der Geschäftstelle Mitteilung zukommen zu lassen, bis zu welchen Drücken die in den Entwürfen DIN E 3716 und 3717 vorgeschlagenen Manometerhähne Verwendung finden dürfen. In den Blätern ist in der diesbezügl. Fußnote der Nenndruck noch nicht angeführt, da der Fachnormenausschuß erst das Ergebnis dieser Umfrage abwarten will.

DIN-Entwurf 3718

Manometerabsperrventil ohne Entlüftung

DIN-Entwurf 3719

Manometerabsperrventil mit Entlüftung

Das Manometerabsperrventil ohne Entlüftung bzw. mit Entlüftung ist für Nenndruck bis einschl. 640 kg/cm² in Preßmessing oder Rotguß vorgesehen. Für Ammoniak usw. bis einschl. 1200 kg/cm² Nenndruck wird das Absperrventil in Flußstahl ausgeführt.

DIN-Entwurf 3720

Manometerabsperrventil mit ovalem Prüfflansch

Der Prüfflansch ist oval ausgeführt wie in DIN 3716 und 3717 in den Maßen 60 × 25.

DIN-Entwurf 3721

Manometerabsperrventil mit rundem Prüfflansch

Der runde Prüfflansch ist mit einem Durchmesser von 37 mm ausgeführt. Die Mano-Vakuummeter für Kältemaschinen weichen von den auf DIN 3703 und 3704 dargestellten Manometern fast in allen Punkten ab. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, für diese Manometer besondere Blätter aufzustellen. Dies sind die Blätter DIN 3722 und 3723.

DIN-Entwurf 3722

Ammoniak-Mano-Vakuummeter

DIN-Entwurf 3723

Ammoniak-Plattenfeder-Mano-Vakuummeter

[1]) Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß, Beuth-Verlag, Berlin 1924.

DIN-Entwurf 3724

Ammoniak-Mano-Vakuummeter; Zifferblätter mit ko trischer Skala

In der Sitzung vom 3. November 1926 ist die aufgeworfen worden, ob die Verbraucher wünsche auf der Manometer-Skala ihre Firma vermerkt wir allgemeinen geht der Wunsch dahin, daß die Nam Firmen nicht auf den Zifferblättern vermerkt w sollen. Die Normenprüfstelle hat sich dieser Ansic geschlossen.

Gebeten wird, zu diesem Punkt Stellung zu ne Beabsichtigt ist, auf dem Normblatt einen Vermerk zunehmen, der besagt, daß **nur** die Herstellerfirm dem Zifferblatt verzeichnet wird.

DIN-Entwurf 3725

Ammoniak-Mano-Vakuummeter; Anordnung der Te striche und Bezifferung

Das Blatt stellt die Anordnung der Teilstriche un zifferung verschiedener Skalen dar.

Die im folgenden wiedergegebenen Entwürfe entspreche haltlich, jedoch nicht bildgetreu den Bl DIN 3715 bis 3725.

Manometerhähne Noch nicht endgültig	DI
Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R¼″ Armaturen	Entwu E 37

Maße in mm

M mit Muffenanschluß *Z* mit Zapfenanschluß

Bezeichnung:
Manometerhahn M DIN 3715

Bezeichnung:
Manometerhahn Z DIN

Griffstellungen

Betriebstellung: Zuleitung offen, Manometer unter Druck

Entlüftungstellung: Zuleitung geschlossen, Manometer außer Betrieb, entlüftet

Ausblasestellun Zuleitung offe Manometer auß Betrieb, Druckmi entweicht ins Fr

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Rotguß
Ausführung: Bearbeitete Teile blank
Verwendung: Bis einschließlich Nenndruck 25 (siehe DIN 2 Druckstufen)
Diese Manometerhähne können auch für Manometer mit R¹/ Anschluß unter Verwendung von Reduzierstücken benu werden.

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R½"	Noch nicht endgültig Armaturen	DIN Entwurf 2 E 3716

Maße in mm

M mit Muffenanschluß

Bezeichnung: Manometerhahn M DIN 3716

Z mit Zapfenanschluß

Bezeichnung: Manometerhahn Z DIN 3716

Griffstellungen

Betriebstellung: Zuleitung offen, Manometer unter Druck	Entlüftungsstellung: Zuleitung geschlossen, Manometer außer Betrieb, entlüftet	Ausblasestellung: Zuleitung offen, Manometer außer Betrieb, Druckmittel entweicht ins Freie	Prüfstellung: Zuleitung offen, Prüfmanometer unter Druck

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Rotguß
Griff: Holz oder Wärmeschutzmasse
Die Griffbefestigung bleibt dem Hersteller überlassen.
Ausführung: Bearbeitete Teile blank
Verwendung: Bis einschl. Nenndruck ......

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch Manometeraufnahme durch drehbare Muffe mit Gewindeanschluß R½"	Noch nicht endgültig Armaturen	DIN Entwurf 2 E 3717

Maße in mm

M mit Muffenanschluß

Bezeichnung: Manometerhahn M DIN 3717

Z mit Zapfenanschluß

Bezeichnung: Manometerhahn Z DIN 3717

Griffstellungen

Betriebstellung: Zuleitung offen, Manometer unter Druck	Entlüftungsstellung: Zuleitung geschlossen, Manometer außer Betrieb, entlüftet	Ausblasestellung: Zuleitung offen, Manometer außer Betrieb, Druckmittel entweicht ins Freie	Prüfstellung: Zuleitung offen, Manometer und Prüfmanometer unter Druck

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Rotguß
Griff: Holz oder Wärmeschutzmasse
Die Griffbefestigung bleibt dem Hersteller überlassen.
Ausführung: Bearbeitete Teile blank
Verwendung: Bis einschl. Nenndruck ....

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Manometer-Absperrventil ohne Entlüftung
bis einschließlich 1200 kg/cm² Nenndruck für Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R½″ — Armaturen

DIN Entwurf 2 E 3718

Maße in mm

Bezeichnung eines gebrauchfertigen Absperrventiles bis Nenndruck 640 kg/cm² aus Rotguß:

Absperrventil 640 DIN 3718 Rotguß

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259

Werkstoff: Für Gehäuse: Preßmessing oder Rotguß bis einschl. 640 kg/cm² Nenndruck
Flußstahl bis einschl. 1200 kg/cm² Nenndruck (siehe DIN 2401 Druckstufen)

Für Ammoniak ist das Gehäuse stets aus Flußstahl.

Gewinderille nach DIN 2352.

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Manometer-Absperrventil mit Entlüftung
bis einschließlich 1200 kg/cm² Nenndruck für Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R½“ — Armaturen

D[IN] Entw[urf] E 3[719]

Maße in mm

Bezeichnung eines gebrauchfertigen Absperrventiles mit [Ent]lüftung bis Nenndruck 640 kg/cm² aus Rotguß:

Absperrventil 640 DIN 3719 Rotguß

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259

Werkstoff: Für Gehäuse: Preßmessing oder Rotguß bis ei[nschl.] 640 kg/cm² Nenndruck, Flußstahl bis einschl. 1200 k[g/cm²] Nenndruck (siehe DIN 2401 Druckstufen).

Für Ammoniak ist das Gehäuse stets aus Flußstahl.

Gewinderille nach DIN 2352

Entlüftungsschraube M 5×10 DIN 479 aus Flußstahl jedoch Spitze

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Manometer-Absperrventil mit ovalem Prüfflansch
bis einschließlich 125 kg/cm² Nenndruck für Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser
Manometeraufnahme durch feste Muffe Gewindeanschluß R½″ — Armaturen

DIN Entwurf 2 E 3720

Maße in mm

(Forts. S. 1825 links oben)

Manometer-Absperrventil mit rundem Prüfflansch
bis einschließlich 125 kg/cm² Nenndruck für Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser
Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R ½″ — Armaturen

DIN Entwurf E 372[1]

Maße in mm

(Forts. S. 1825 rechts oben)

ichnung eines gebrauchfertigen Manometer-Absperrventiles mit
vem Prüfflansch bis Nenndruck 125 kg/cm² aus Rotguß:
Manometer-Absperrventil DIN 3720
h) de Maße sind freie Konstruktionsmaße.
de: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
toff: Für Gehäuse Rotguß
stufen siehe DIN 2401
derille nach DIN 2352
irung: Bearbeitete Teile blank
ber 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Mano-Vakuummeter

Skala konzentrisch
bis 180 mm Gehäuse-Nenndurchmesser
Armaturen

DIN
Entwurf 1
E 3722

Rand — Maße in mm — Mit Rand

hnung eines Ammoniak-Mano-Vakuummeters ohne Rand
100 mm Nenndurchmesser mit den Skalenhöchstwerten
m QS und 20 kg/cm² und Temperaturskala .....[1])
Mano-Vakuummeter oR 100×760×20 DIN 3722 .....[1])

nn-rch-sser	Durchmesser d Größtmaß	h Größtmaß	D	Lochkreisdurchmesser e	a Größtmaß	b Größtmaß
80	88	80	110	98	20	52
00	109	90	130	118	20	57
30)	133	102	155	145	20	60
50	155	110	180	168	25	60
80)	185	125	210	198	25	65

Drucktafel in Überdruck

Skalenhöchstwert	Mano-Vakuummeter kg/cm²				Vakuummeter mm QS
ano-Vakuummeter ndurchmeser 80 bis 180	12[2])	16	20	25	760
stdruck bei ruhender istung	8	10	13	16	760
echselnder Belastung	6	8	10	13	760

skala in kg/cm², Vakuumskala in mm QS, Temperatur
n ° Celsius
cm² = 735,5 mm QS, bei 20° = 738,2 mm QS
kg/cm² = 760 mm QS = 10,33 m WS = atmosphärischer
uftdruck
bei Manometern in kg/cm², bei Vakuummetern in mm QS
nd in kg/cm²
re Druckeinheiten sind besonders anzugeben.
rbewegung bei Druckzunahme im Uhrzeigersinne, bei Vakuumzunahme entgegengesetzt. Bei Mano-Vakuummetern Nullpunkt senkrecht über der Zifferblattmitte.
stdruck: Der höchste Betriebsdruck der Manometer grundsätzlich Höchstdruck genannt) darf dauernd bei uhender Belastung nur ²/₃ und bei wechselnder Belastung ur ½ des Skalenhöchstwertes betragen. Die Vakuumskala ann ohne Einschränkung benutzt werden.

ingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.
nde Maße sind freie Konstruktionsmaße.
ngung, Behandlung und Bedienung der Manometer iehe DIN 3700
nde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
hrung: Eisengehäuse mit vernickeltem Messing-Übersteck-ing

(Forts. S. 1826 links oben)

[1]) Soll auf der Skala des Zifferblattes der Betriebsdruck besonders nzeichnet werden, so ist dies bei Bestellung anzugeben.
[2]) Gilt nicht für Gehäusedurchmesser 80 mm.

Bezeichnung eines gebrauchfertigen Manometer-Absperrventiles mit rundem Prüfflansch bis Nenndruck 125 kg/cm² aus Rotguß:
Manometer-Absperrventil DIN 3721
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Für Gehäuse Rotguß
Druckstufen siehe DIN 2401
Gewinderille nach DIN 2352
Ausführung: Bearbeitete Teile blank
Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Plattenfeder-Mano-Vakuummeter

Skala konzentrisch
80 bis 108 mm Gehäuse-Nenndurchmesser
Armaturen

DIN
Entwurf 1
E 3723

Maße in mm

Bezeichnung eines Ammoniak-Plattenfeder-Mano-Vakuummeters von 100 mm Nenndurchmesser mit den Skalenhöchstwerten 760 mm QS und 20 kg/cm² und Temperaturskala .....[1])

Plattenfeder-Mano-Vakuummeter 100×760×20 DIN 3723 .....[1])

Nenndurchmesser	d Größtmaß	h Größtmaß	a Größtmaß	b Größtmaß
80	88	130	20	52
100	109	140	20	57
(130)	133	160	20	60
150	155	170	25	60
(180)	185	190	25	65

Drucktafel in Überdruck

Skalenhöchstwert	Mano-Vakuummeter kg/cm²				Vakuummeter mm QS
bei Mano-Vakuummeter Nenndurchmesser 80 bis 180	12	16	20	25	760
Höchstdruck bei ruhender Belastung	8	10	13	16	760
Höchstdruck bei wechselnder Belastung	6	8	10	13	760

Druckskala in kg/cm², Vakuumskala in mm QS, Temperatur in ° Celsius
1 kg/cm² = 735,5 mm QS = 10 m WS bei 0°, bei 20° = 738,2 mm QS
1,035 kg/cm² = 760 mm QS = 10,33 m WS = atmosphärischer Luftdruck
Skala bei Manometern in kg/cm², bei Vakuummetern in mm QS und in kg/cm²
Andere Druckeinheiten sind besonders anzugeben
Zeigerbewegung bei Druckzunahme im Uhrzeigersinne, bei Vakuumzunahme entgegengesetzt. Bei Mano-Vakuummetern Nullpunkt senkrecht über der Zifferblattmitte.
Höchstdruck: Der höchste Betriebsdruck der Manometer (grundsätzlich Höchstdruck genannt) darf dauernd bei ruhender Belastung nur ²/₃ und bei wechselnder Belastung nur ½ des Skalenhöchstwertes betragen. Die Vakuumskala kann ohne Einschränkung benutzt werden.

(Forts. S. 1826 rechts oben)

[1]) Soll auf der Skala des Zifferblattes der Betriebsdruck besonders gekennzeichnet werden, so ist dies bei Bestellung anzugeben.

Wird Eisengehäuse gestrichen ohne Übersteckring gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders anzugeben.

Werkstoff: Gehäuse: Gußeisen oder Flußstahl
Übersteckring: Messing vernickelt
Anschlußzapfen: Flußstahl

Zifferblatt nach DIN 3724
Zeiger nach DIN 3708

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Mano-Vakuummeter Zifferblätter mit konzentrischer Skala Konstruktionsblatt Armaturen	DIN Entwurf 1 E 3724

Maße in mm

Für Gehäuse-Nenndurchmesser	R	R_1	a	b	c	d	e	f	g	h	i
80	27	30	2.5	2,5	5	0,8	0,2	4	2	2,5	1,3
100	34	38	3	3	6	1	0,3	5	2,5	3	1,5
(130)	45	50	3,5	3,5	7	1,3	0,4	8	4	4	2
150	54	60	4	4	8	1,5	0,5	8	4	5	2,5
(180)	65	72	5	5	10	1,8	0,5	10	5	5	2,5

Die eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.

(Fortsetzung rechte Spalte unter dem obersten Strich)

Die eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeide[n]
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Anbringung, Behandlung und Bedienung der Man[ometer] siehe DIN 3700
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Ausführung: Eisengehäuse mit vernickeltem Messing-Übe[rsteck]ring

Wird Eisengehäuse gestrichen ohne Übersteckring gewüns[cht,] ist dies bei Bestellung besonders anzugeben.

Werkstoff: Gehäuse: Gußeisen oder Flußstahl
Übersteckring: Messing vernickelt
Anschlußzapfen: Flußstahl

Zifferblatt nach DIN 3724 Zeiger nach DIN 3708

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

(Forts. von linker Spalte - E 3724)

Skaleneinteilungen nach DIN 3725
Schrift nach DIN ....
Die Abbildung zeigt ein Zifferblatt für 20 kg/cm² Skalenh[öchst]wert (13 kg/cm² bzw. 10 kg/cm² Höchstdruck).
Auf jedem Zifferblatt ist die Firma oder das Firmenzeich[en des] Herstellers anzubringen.

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Mano-Vakuummeter Skala konzentrisch für Gehäuse-Nenndurchmesser von 80 bis 180 mm Konstruktionsblatt Armaturen	DI[N] Entw[urf] E 37[25]

Skalenbereich mm QS	Skalenbereich kg/cm²	Anordnung der Teilstriche und Bezifferun[g]
760	12	
760	16	
760	20	
760	25	

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen
[M 104]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Grundlagen des Aufzugbaues. Von M. Paetzold. Berlin 1927, Julius Springer. 172 S. m. 165 Abb. Preis 20 ℳ.

In diesem Buch werden Aufbau und Einrichtung der Aufzüge behandelt. Der Verfasser richtet sich dabei streng nach der Begriffsbestimmung in der Aufzugverordnung, die nur diejenigen Aufzüge als solche anerkennt, bei denen das Fördergerät zwischen Führungen bewegt wird mit Ausnahme der Förderungen in Bergwerken, der Versenkvorrichtungen in Theatern, von Schiffshebewerken, Wagenkippern, Hochofen-Schrägaufzügen, Bauaufzügen und Kleinlastenaufzügen für Handbetrieb. Auf Grund dieser Festsetzung entwickelt Paetzold sodann die baulichen Einzelheiten der elektrisch betriebenen Personen- und Lastenaufzüge und die Anlage der Fahrschächte. Das Wichtigste an diesem Buch ist aber wohl die eingehende Beschreibung der verschiedenen Steuerungseinrichtungen in ihren vielseitigen Ausführungsformen und Betriebsarten sowie auch der Fangvorrichtungen und sonstigen Einrichtungen zur Unfallverhütung.

Kurze Absätze sind den Beschreibungen einiger besonderer elektrisch betriebener Aufzüge gewidmet, wie Kleingüter-, Plattform-, Umlauf- (Paternoster), Treppen-, Bau- und Schrägaufzügen. Entsprechend ihrer verhältnismäßig untergeordneten Bedeutung sind auch nur ganz kurz die Aufzüge mit Hand-, Riemen- und Druckwasserantrieb behandelt. Dagegen sind ausführlich in das Buch die zur Zeit gültige Aufzugverordnung und die technischen Grundsätze für den Bau von Aufzügen mit aufgenommen, wodurch das Werk für die auf dem Gebiet der Aufzugtechnik tätigen Ingenieure sehr wertvoll wird. [E 989] Is.

Untersuchung und Weiterentwicklung der Getriebe mit pe[rio]dischem Hin- und Rücklauf und beschleunigungsfre[iem] Arbeitsgang. Von Kurt Rauh. Bonn a. Rh. 1927, [Ger]mania-Verlag. Doktorarbeit T. H. Hannover.

Die lehrreiche und lesenswerte Arbeit behandelt Getr[iebe] mit einem Arbeitshub und einem leeren Rückhub, so wie [sie] bei Hobelmaschinen gebraucht werden. Eine Reihe beka[nn]ter Getriebe führt den Verfasser zum Urteil, daß sie wen[iger] geeignet wären als zwei eigene Vorschläge. Das Hö[chst]erreichbare ist an sich beachtenswert. Die Arbeitsgeschw[in]digkeit pendelt tatsächlich um fünf gleiche Mittelwerte [mit] sehr geringer Abweichung, leider aber nur bei kaum e[iner] Viertelumdrehung der Antriebwelle. Bedenklich bei [den] neuen Vorschlägen ist jedoch die Vermehrung der Kr[eis]schleifen auf vier bis drei bei drei bis vier einseitigen [Ku]belgelenken. Zwei nichterwähnte Zahnradgetriebea[rten] gestatten aber streng gleichförmige Geschwindigkeit [über] 120 ° Dauer, und zwar: der Trieb der Citroen-Pfeilradf[räs]maschine und ein Trieb mit einflankigem Evolventenzahn[rad] bei gleichbleibender Übersetzung für den Arbeitshub [und] z. B. einer Kurve für die Übergänge in den Totpunkten [und] den leeren Rückhub. Es fragt sich also, ob nicht der A[uf]gabestellung eine kleine Überschätzung der Grundforder[un]gen zugrunde liegt. Der Theoretiker beanstandet mangel[nde] Richtlinien in der Buchstabenwahl bei Formeln und Ab[bil]dungen und einen Fehler auf S. 53, der Praktiker stellt a[ber]mals mit Bedauern fest, daß die Theorie, die sich an g[ute] Quellen anschließt (Burmester und Alt), nicht zur N[utz]anwendung führt, sondern eine Kluft frei läßt, die du[rch]

dherversuchen mit Annahmen überbrückt werden muß. chwierigkeit für den Nichteingearbeiteten, der etwas en will, liegt in den neuen Annahmen und nicht in ntwicklung der Kreispunktlinie, der Mittelpunktlinie r Koppellinie, so bemerkenswert die Zusammenhänge sein mögen. [E 985]

nn Prof. Dr.-techn. Rudolf Doerfel jun.

ologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O. Her- . 2. Bd. 3. T.: **Wirkerei, Strickerei,** Netzen, Filet, Ma- enflechten und -klöppeln, Samt, Plüsch usw., Teppiche, ckmaschinen. Berlin 1927, Julius Springer. 615 S. 324 Abb. Preis 57 ℳ.

ieser Band stellt eine wesentliche Bereicherung der tur über Wirkerei, Flechterei, Klöppelei, Stickerei ar. Er ist in leicht verständlicher Weise von in Fach- n anerkannten Verfassern geschaffen worden und einem großen Bedürfnis Rechnung, da diese Gebiete usnahme der Wirkerei noch sehr wenig behandelt n sind.

er Abschnitt: Wirkerei, Stickerei, Netzen und Filet- erei von Carl Aberle ist vorzüglich, was man auch iesem Verfasser nur erwarten kann. Nicht minder gut, Darstellung und Ausdrucksweise noch etwas flüssiger, die von Geheimrat Prof. Dipl.-Ing. Hugo Glafey delten Abschnitte: Flecht- und Klöppelmaschinen, Plüsch, künstliche Pelze. Zum Abschnitt Maschinen- n und Maschinenklöppeln ist zu bemerken, daß er en reinen Textiltechniker in Darstellung und Aus- ausgezeichnet ist; jedoch wird der Maschineningenieur sem Abschnitt bemängeln, daß zu wenig Maschinen- sches darin zu finden ist.

as Gebiet über die Herstellung von Samt, Plüsch und lichen Pelzen, das zum Teil etwas aus dem Rahmen anderseits aber wieder eng hiermit verknüpft ist, weil vissermaßen die Brücke von der Weberei zur Wirkerei , ist m. W. wohl noch nirgends in einem derartigen menhang so eingehend erläutert worden. An dieses el reiht sich ein zweiter „Außenseiter", die Herstel- der Teppiche, von H. Sauter würdig an. In guter teilung des Stoffes kaum zu übertreffen, ist die Be- bung leicht verständlich gehalten. Eine kurze, sche- ch gehaltene Übersicht über die Teppiche, ihre beson- Eigenschaften und ihre Kennzeichnungen wird ver-

er Abschnitt Stickmaschinen von Dipl.-Ing. Robert y ist gedrängt und kurz gehalten. Es ist ihm anzu- n, daß der Verfasser bestrebt war, auf dem kleinsten das Möglichste zu bieten, deshalb ist die knappe und Darstellung anzuerkennen. Eine Entschädigung für was sehr beschnittene Darstellung dieses Abschnittes die äußerst klaren, schematisch gehaltenen Zeichnun- [E 984]

chen Dr.-Ing. Heinrich Brüggemann

tielige Rahmen. Von A. Kleinlogel. 2. Aufl. lin 1927, Wilh. Ernst & Sohn. 448 S. Preis 30 ℳ.

ie zweite, vollständig neu bearbeitete und bedeutend terte Auflage bringt gebrauchsfertige Formeln zur Be- ung mehrfach statisch unbestimmter Stabsysteme als nittel für den entwerfenden Ingenieur und für den ruktionstisch. Auf die allgemeinen Angaben über rech- he Voraussetzungen und eine kurze theoretische Erklä- des Begriffes von Belastungsgliedern folgen als neu nommener Abschnitt Formeln für Belastungsglieder der Praxis häufiger vorkommenden Belastungsfälle. Dann in derselben Anordnung wie in der ersten Auflage For- für die verschiedensten Rahmenformen, und zwar im n 21 Varianten, angegeben. Neu aufgenommen ist ymmetrische zweischiffige Hallenrahmen, der zwei- ossige Stockwerkrahmen mit gleich hohen Geschossen, der dreigeschossige Stockwerkrahmen mit verschieden leich hohen Geschossen. Die beiden letzten Fälle wird Iochbauer oft verwerten können. Wesentlich ist noch ufnahme der ω-Zahlen, die die zahlenmäßige Auswer- der Einflußlinien erleichtern.

ie neue Auflage wird durch den Ausbau der Formeln Hilfe der Kreuzlinienabschnitte auch für beliebige Be- ngsfälle benutzbar und hat dadurch eine weit allgemei- Bedeutung gewonnen. [E 990] Dr. R. Bd.

ußbeton wirtschaftlich? Von L. Baumeister. Ber- 1927, Julius Springer. 100 S. m. 43 Abb. Preis 7,50 ℳ.

as Buch will ein Beitrag zur Baubetriebswissenschaft und zwar behandelt es ein Teilgebiet, die Durchfüh- von Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Feststellung Virtschaftlichkeitsgrenzen und der erzielten Ersparnisse en fortgeschrittenen Arbeitsverfahren des Betonbaues. einer Einleitung, in der die Notwendigkeit hervorgehoben wird, die Baubetriebswissenschaft als Wissenschaft anzuerkennen und die beim Bau eingestellten Ingenieure zu wirtschaftlichem Denken heranzubilden, werden in zwei Hauptabschnitten die Grundlagen für Kostengegenüberstellungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen im praktischen Hoch- und Tiefbau, ferner Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der fortgeschrittenen Arbeitsverfahren des Betonbaues unter besonderer Berücksichtigung des Gußbetonbaues behandelt. Der dritte Abschnitt bringt eine Schlußbetrachtung über den Gußbeton und seine Eigenschaften im Lichte der neuesten Forschungen und Erfahrungen.

Von den in anregender und klarer Weise durchgeführten Untersuchungen sind besonders die über die Wirtschaftlichkeitsgrenze zwischen Handmischung und Maschinenmischung, ferner über die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Gießtürmen bei niedrigen Bauten und bei Hochbauten, weiter auch die über den Betrieb mit Schnellaufzügen hervorzuheben. Die Ergebnisse sind in anschaulicher Weise durch zahlreiche graphische Darstellungen erläutert.

In der Schlußbetrachtung führt der Verfasser noch einmal kurz die Vorteile und Nachteile des Gußbetons gegenüber plastischem und Stampfbeton auf, und kommt zu dem Ergebnis, daß besonders bei großen Betonmassen kein anderes Verfahren die großen Leistungen des Gußbetons erzielen lassen und daß auch für europäische Verhältnisse die wirtschaftliche Überlegenheit des Gußbetons erwiesen sei. Das Buch wird allen, die sich mit großen Betonbauten zu beschäftigen haben, wertvolle Anregungen bringen und auch von denen mit Nutzen gelesen werden können, die sich dem Urteil des Verfassers über den Gußbeton nicht uneingeschränkt anzuschließen vermögen. [E 933] Bu.

Der Zement. Von Richard Grün. Berlin 1927, Julius Springer. 173 S. m. 90 Abb. u. 30 Zahlentaf. Preis 15 ℳ.

Das Buch wendet sich an alle Zementverbraucher, um ihnen die bei der überragenden Bedeutung des Zementes als Baustoff in unsrer Zeit unerläßliche umfassende Stoffkenntnis zu vermitteln, aber auch an die Hersteller des Zementes, um ihnen eine Übersicht über die schnell fortschreitenden Ergebnisse der Forschung zu geben. Beiden Arten von Lesern wird der Inhalt reiche Ausbeute bringen. Nachdem in einer Einleitung von 8 Seiten in knapper, übersichtlicher Form die in Betracht kommenden nichthydraulischen und hydraulischen Bindemittel sowie die hydraulischen Zuschläge in ihrer Zusammensetzung und mit ihren wesentlichsten Eigenschaften aufgeführt sind, werden in zwei Teilen die verschiedenen Arten von Zementen und hydraulischen Zuschlägen eingehend besprochen und ihre Prüfung sowie ihre Eigenschaften, und zwar innerhalb wie außerhalb der bestehenden Normen, behandelt. Dabei ist folgende Einteilung zugrunde gelegt: Bindemittel aus gesinterten Stoffen, solche aus teils gesinterten, teils geschmolzenen Rohstoffen, ferner aus geschmolzenen Rohstoffen, andre Bindemittel aus ungesinterten, teils geschmolzenen Rohstoffen und aus teils ungesinterten, teils gesinterten Rohstoffen. Für jedes Bindemittel werden die wissenschaftlichen Grundlagen für ihre Herstellung und Erhärtung, ferner die technischen Maßnahmen für die Herstellung erörtert.

Ein besonders lehrreiches Kapitel bilden die gemeinsamen Forderungen der Zementnormen, wo die deutschen und die ausländischen Namen eingehend besprochen und miteinander verglichen werden, und weiter die Eigenschaften der Zemente und hydraulischen Zuschläge außerhalb der Normen, worin über die namentlich in neuester Zeit die Forscher beschäftigenden Fragen an der Hand von zahlreichen Versuchsergebnissen wertvolle Aufschlüsse gegeben werden. Ein gutes Sachverzeichnis und eine Übersicht in Tafelform über die Normenbestimmungen der verschiedenen Länder erhöhen den Wert des als Lehrbuch wie als Nachschlagebuch gleich geeigneten Werkes. [E 931] Bu.

Statische Berechnung der Pfahl-Systeme. Von Hermann Wünsch. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 127 S. m. 73 Abb. Preis 8 ℳ.

Das Buch behandelt die statische Berechnung von Pfahlsystemen und die daraus folgenden Grundsätze für deren zweckmäßige Anordnung in rein theoretischer Hinsicht.

In getrennten Abschnitten werden zuerst Pfähle untersucht, die oben und unten gelenkig gelagert sind, dann solche, die nur oben im Fundament und solche, die oben im Fundament und unten zugleich im Boden eingespannt sind. Im letzten Abschnitt wird noch der Fall elastisch nachgiebigen Bodens an den Pfahlspitzen behandelt. Nach den ausführlichen theoretischen Berechnungen zieht der Verfasser gewisse Rückschlüsse auf die günstigste Pfahlanordnung und macht den Versuch, an der Hand von vielen Beispielen die Anwendung der Theorie weiter zu erläutern. Die Praxis wird jedoch infolge der verschiedenartigen, von örtlichen

Bedingungen abhängigen Baustellen- und Bodenverhältnisse aus diesem seinerzeit als Doktorarbeit eingereichten Buch nur einige Sonderfälle benutzen können. [E 991] Dr. R. Bd.

Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. 2. Bd. Herausgeg. von Fr. Syrup. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 592 S. Preis 20 ℳ.

Der erste Band des großzügig angelegten Werkes befaßte sich mit den allgemeinen Gesichtspunkten, die für alle Arten von Betrieben Geltung haben, während der zweite nunmehr zu der Eigenart der einzelnen Gewerbezweige übergeht. Vierzig sachverständige Fachleute aus den Kreisen der Gewerbe- und Bergaufsicht, der Berufsgenossenschaften, der Dampfkesselüberwachung und der Gewerbehygieniker äußern sich auf Grund der Erfahrungen der letzten Jahrzehnte über die einzelnen Sondergebiete und behandeln nach meist sehr übersichtlicher Erörterung des Arbeitsganges die sich dabei ergebenden Gefährdungen und deren Vorbeugungsmittel. Die wesentlichen Schutzvorschriften des Reiches, der Staatsbehörden, der Berufsgenossenschaften werden angeführt. Nicht alle Kapitel sind gleichmäßig behandelt worden; so hat man z. B. der Besprechung der Ziegeleiindustrie zu wenig Raum gegeben. Neu ist das ausführlich besprochene Gebiet des Verkehrs (Kraftwagen, Straßen- und Eisenbahnbetrieb, See- und Binnenschiffahrt, Luftverkehr, Fernmeldeanlagen). Wertvoll sind die Quellenangaben und im Anhang der Hinweis auf ausgeführte Anlagen.

Nachdem die Industrie immer deutlicher erkannt hat, daß der Arbeiterschutz ein sehr gewichtiger Bestandteil der Betriebsicherheit und damit der Wirtschaftlichkeit ist, hat sie ihm in den letzten Jahren eine sich lebhaft steigernde Aufmerksamkeit zugewandt und überläßt dieses Gebiet nicht mehr allein der Gewerbeaufsicht und den berufsgenossenschaftlichen Organen. Das vorliegende Werk ist deshalb für den Erbauer von industriellen Anlagen und für den Betriebsleiter von besonderer Bedeutung; es bietet ihm ein reiche Fundgrube für die möglichst sichere und wirtschaftliche Einrichtung und Handhabung seines Betriebes und für eine merkliche Verminderung der sogenannten sozialen Lasten. Ebenso kann es dem technischen Studenten und dem jungen Ingenieur zum Studium warm empfohlen werden. [E 983]

Hannover K. Hartmann

Kungl. Tekniska Högskolan: **Skrifter** utgivna med anledning av **Kungl. Tekniska Högskolans 100-Års Jubileum 1927.** Stockholm 1927, Centraltryckeriet. 573 S. m. zahlr. Abb.

Anläßlich ihrer Hundertjahrfeier hat die kgl. Technische Hochschule Stockholm diese technisch-wissenschaftliche Schriftensammlung herausgegeben, in der 26 Abhandlungen erster schwedischer Fachleute veröffentlicht werden. Die Abhandlungen betreffen folgende Fachgebiete: Elektrotechnik, Kraftmaschinen und Brennstoffe, Metallographie, Mathematik und Geometrie, Mechanik, Wasserkraftanlagen, Geologie, Photographie, Chemie, Baustoffe und Bauwesen, Wärmetechnik. Die Beiträge sind teils in schwedischer, teils in deutscher und teils in englischer Sprache abgefaßt. [E 988] Reichardt

Stollenbau. Von E. Randzio. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 295 S. m. 290 Abb. Preis 24 ℳ.

Sammlung Göschen, 964. Bd.: **Holzbrücken.** Von K. Schaechterle. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 124 S. m. 217 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Betriebssicherheit und Streckendienst der Eisenbahnen. Von K. Albert. Berlin 1927, Klemens Reuschel. 64 S. Preis 1,50 ℳ.

Die Berechnung der Warmwasserheizungen. Vo[n] Ginsberg. 3. Aufl. München und Berlin 19[27], Oldenbourg. 48 S. m. 26 Abb. Preis 7,50 ℳ

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 1. R. 21. H.: **E[rfah]tungen zur Feststellung des Wirkungsgrades ei[serner] Zimmeröfen.** Von Olaf Falck. München und [Berlin] 1927, R. Oldenbourg. 17 S. m. 44 Abb. Preis 2,80

Die Kälte-Maschine in der Milchwirtschaft. Vo[n] Fischer. Hildesheim 1927, Verlag der Molker[ei-Zei]tung. 223 S. m. 129 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Handbuch der neuzeitlichen Milchverwertung. V[on] Knoch. 2. Aufl. Berlin 1927, Paul Parey. 668 [S. m.] 175 Abb. Preis 26 ℳ.

Die Elektronenröhre. Von Albrecht Forstman[n] [und] Ernst Schramm. Berlin 1927, Richard Carl S[chmidt] & Co. 239 S. m. 197 Abb. Preis 9,50 ℳ.

Dinbuch 3: **Schrauben, Muttern und Zubehör.** Bear[beitet und] erläutert von Dr. Schmidt. Berlin 1927, Beuth-V[erlag]. 181 S. m. 225 Abb. Preis 5 ℳ.

Einführung in das chemische Praktikum. Von Otto [...] Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 86 [S. m.] 9 Abb. Preis 4,80 ℳ.

Grundzüge der Meteorologie. Von Fritz Albrecht, [Hein]rich Voigts und Artur Paech. Berlin 1927, [...] Salle. 169 S. m. 80 Abb. Preis 10 ℳ.

Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Herausgeg. [von] Fritz Giese. 2. bis 4. Lfg. Halle a. d. S. 1927, [...] Marhold. Je 320 Sp. Preis je Bd. 9 ℳ.

Vereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände. Ges[chäfts]bericht 1925 und 1926. Erstattet von der Geschäftsle[itung]. Berlin 1927. 308 S. Preis 14 ℳ.

Zeittafel zur Wirtschaftsgeschichte. Von A. Sartoriu[s von] Waltershausen. 3. Aufl. Halberstadt [1927,] H. Meyer. 138 S. Preis 4,50 ℳ.

Verhandlungsbericht der 35. Hauptversammlung der [Ver]einigung der Elektrizitätswerke E. V. am 24. und 25. [...] 1927. Berlin 1927, Selbstverlag. 53 S. m. Abb. Prei[s ...]

Walther Rathenau, sein Leben und Wirken. Von [...] Federn-Kohlhaas. Dresden 1927, Carl Rei[ssner]. 256 S. m. 20 Abb. Preis 5,50 ℳ.

Die Regiebetriebe der Gemeinden. Von Hans Lude[...] Berlin 1927, Julius Springer. 60 S. Preis 2,40 ℳ.

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 4. [H.:] **Kundendienst.** Der erfolgreiche Verkäufer im D[etail]handel. Von Arthur Jacoby. Zürich 1927, Hof[er &] Co. 25 S. Preis 2 Fr.

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 6. H.: [Re]**klame-Psychologie.** Von Karl Rohwaldt. Z[ürich] 1927, Hofer & Co. 27 S. Preis 2 Fr.

Radio-Jahrbuch 1927. 2. T.: Phonotechnik und Phonok[...] Herausgeg. von Adolf Ihring und Rudolf Lot[...] 2. Jg. Berlin 1927, A. Ihring. 82 S. m. Abb. [Preis] 2 ℳ.

Rundfunk-Experimentierbuch. Von O. Nothdurft. [1. T.:] Detektor-Empfänger und Verstärker. 79 S. m. 69 [Abb.] 2. T.: Röhrenempfänger und Widerstandsverstärker. [... S.] m. 37 Abb. Preis pro Bd. 0.80 ℳ. Leipzig 1927, [Hach]meister & Thal. (Lehrmeister-Bücherei Nr. 797/98 [und] 832/33.)

Meyers Lexikon. 7. Aufl. 6. Bd.: Hornberg-Korre[...] Leipzig 1927, Bibliographisches Institut. 1787 S. m. z[ahlr.] Abb. Preis 30 ℳ.

Wege zum Wissen. **Von Kopernikus bis Einstein.** Der [Wan]del unseres Weltbildes Von Hans Reichenbach. [Ber]lin 1927, Verlag Ullstein. 122 S. Preis 1,35 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
SONNABEND, 31. DEZEMBER 1927 Nr. 53

Das Großkraftwerk Klingenberg

Für unsere Veröffentlichungen über das Großkraftwerk Klingenberg erhalten wir von Dipl.-Ing. M. Rehmer, Mitglied des Vorstandes der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke Akt.-Ges., die folgenden einleitenden Bemerkungen.

Elektrizitätswirtschaft der Reichshauptstadt hat ine dreiundvierzigjährige Entwicklung hinter ich. Die ersten 31 Jahre wurde sie privatwirth geleitet, darauf folgte 1915 die rein kommunale form, deren äußeres Kleid seit 1923 die jetzige aktiengesellschaft „Berliner Städtische Elektrirke Akt.-Ges." ist.

trizität ist eines der , daher noch nicht rten Gebiete der . Einschneidende ngen in der Erzeut und dringlichstes n nach Wirtschaftbei immer größerer enballung der Leikennzeichnen ihren lungsgang.

l kaum hat eine lanung der Berliner itätswerke so grundgewohnte Wege verund mit scheinbar nden Wirtschaftlichichten gebrochen wie chluß im Jahre 1924. ember dieses Jahres Werke in folgender ng: Die Befreiung rtschaftlichen Druck der Markbefestigung h auf elektrowirthem Gebiete dahin rkt, daß die Spitzeng von 142 000 kW im 923 auf 208 500 kW ember 1924 anstieg. uch dieser von allen n Werken beobachktrizitätshunger erwar, so konnten ihn rliner Werke nicht Hatte es doch die ot dahin gebracht, allen Berliner Werdiesem Termin nur 198 000 kW an betriebsbereischinenleistung vorhanden waren. Die genannen Endzahlen bildeten die Grundlage zu dem von vag seiner Zeit veröffentlichten Programm. Es in dem Vorschlag, aus Gründen der Sicherheit Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit den kommenden itätsmehrbedarf Berlins durch Eigenerzeugung zu die Stromverteilung in der Stadt grundlegend umten und planmäßige Stromwärmewirtschaft in zu treiben. Ich will es mir versagen, an dieser arauf einzugehen, welchen lebhaften Meinungsaustausch unsere Pläne in der technischen Welt, in der Fachliteratur und sowohl in der Tagespresse als auch in finanz- und kommunalpolitischen Kreisen auslösten. Eine ganze Literatur hat die Veröffentlichung unserer freimütig verteilten „grünen Denkschrift" nach sich gezogen. Der erstgenannte Vorschlag zum Übergang auf höhere Eigenerzeugung ist inzwischen Wirklichkeit geworden: Das Großkraftwerk Klingenberg ist seit dem Frühjahr d. J. in vollem Betrieb.

Abb. 1
Verlauf der Höchstbelastungen der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke Akt.-Ges.

Die Verwirklichung unserer Absichten von 1924 bedarf heute keiner Rechtfertigung mehr. Sie sind Geschichte geworden. Nur aus diesem Grunde bringe ich jetzt nachträglich eine zahlen- und bildmäßige Darstellung über die Übereinstimmung unserer Schätzung mit der Wirklichkeit von heute.

Unsere damaligen Überlegungen sind danach glänzend bestätigt worden, Abb. 1 und Zahlentafel 1. Am 13. Dezember 1927 betrug die Bruttoerzeugung im Versorgungsgebiet unserer Netze insgesamt 4 601 286 kWh. Davon waren 3 495 550 kWh Eigenerzeugung. Die gesamte Jahresstrommenge der Bewag hat inzwischen den Betrag von einer Milliarde kWh überschritten.

Strompolitik ist Wirtschaftspolitik. Gerade im Hinblick auf das Vorhandensein der großen Berliner Industrie brachte die Stadtverwaltung die notwendigen Mittel zum Kraftwerkbau auf. Stromsperren sind wirtschaftschädigend und müssen vermieden werden. In der Elektrizitätswirtschaft verwendete Gelder sind im erhöhten Umfang werbend.

Strompolitik ist auch Sozialpolitik. Es gelang in ziemlich umfangreichem Maß, eine Entlastung des Arbeitsmarktes durch die Beschäftigung vieler Tausende herbeiführen. Wir regten während des Baues die Schaffung von Arbeitsgemeinschaften bestimmter Fachgruppen an, damit möglichst umfangreichen Arbeitskreisen Betätigung geboten werden konnte. Und schließlich bildet eine großzügige Elektrowirtschaft den Anreiz zur Schaffung

Zahlentafel 1.
Im Mai 1925 geschätzte und inzwischen eingetretene Höchstbelastungen

Jahr	Angenommener Verlauf der Höchstbelastung		Wirklicher Verlauf
	bei 25 vH jährl. Zunahme kW	bei 15 vH jährl. Zunahme kW	kW
1924	—	—	208 500
1925	260 000	240 000	258 000
1926	325 000	275 000	299 500
1927	406 000	317 000	352 000*)
1928	507 000	365 000	—
1929	633 000	420 000	—
1930	791 000	483 000	—

*) War bereits am 13. Dezember 1927 erreicht. Die Höchstbelastung wird voraussichtlich 360 000 kW übersteigen.

Abb. 2
Belastung des Großkraftwerkes am 18. November 1927

Abb. 3
Wärmeaufw
1 kWh Brutt

technischer Höchstleistungen und stärkt damit das Ansehen der gesamten deutschen Industrie.

Es ist mir ein Bedürfnis, an dieser Stelle zu bestätigen, daß alle in Frage kommenden Kreise mit einem vorbildlichen Gemeinschaftsgefühl an die Aufgabe herangingen, die wir ihnen stellten, und sie mit großzügigem Geschick gelöst haben.

Am 19. Dezember 1926 wurde das Werk mit etwa 30 000 kW erstmalig in Betrieb genommen, vom 2. April 1927 ab setzte die regelmäßige Stromlieferung ein. Zur Zeit liefert das Werk etwa 50 Millionen kWh monatlich. Am 18. November 1927 erreichte es mit 2 144 000 kWh seine höchste Tageslieferung, Abb. 2. Gegenüber der Nachtlast von etwa 32 000 kW steigerte sich innerhalb 2½ Stunden die Belastung um etwa 300 vH. Bei der gegenwärtigen Spitzenbelastung von 130 000 kW sind im Betrieb:

2 Großturbinensätze mit rd. 72 vH ihrer Vollast, der 3. Maschinensatz steht voll betriebsbereit in Reserve,
9 Kessel,
5 Kohlenstaubmühlen.

Daß auch die Wirtschaftlichkeit dieses Werkes in bezug auf die Stromerzeugung alle Erwartungen erfüllt, lehrt ein Blick auf Abb. 3. Mit einem Energieaufwand von 3900 kcal/kWh der Bruttoerzeugung oder rd. 4100 kcal für 1 kWh nutzbar abgegebene Arbeit reiht sich das Werk in die Liste der energiewirtschaftlichsten Anlagen ein.

Es bedarf keiner besondern Erwähnung, daß die Inbetriebnahme neuartiger und in den Ausmaßen bisher unbekannter maschineller Anlagen eine überaus große Zahl von Schwierigkeiten mit sich bringt, die aber nur als Ausbildungsstoff für das Personal gewertet werden können. Alle inzwischen gewonnenen Erfahrungen stehen daher auch andern Unternehmen zur Verfügung. Von Störungen grundsätzlicher Bedeutung blieb das Werk bisher verschont. Lediglich die in der Literatur bereits geschilderte Standunsicherheit der Kohlenmühlenfundamente und die hierdurch verursachte Senkung des ganzen Mahlgebäudes können als solche bezeichnet werden. Diese Schwierigkeiten sind inzwischen aber beseitigt worden.

Abgesehen von einer Störung, die von außen auf den Maschinenbetrieb einwirkte, liefen die Großturbinensätze bisher einwandfrei. Der Verzicht auf Anzapfung der Hauptmaschinen erleichterte sicherlich ihre einfache Bedienung. Die vorgesehene Speisewasserführung gestattet eine völlige Entgasung des Wassers. Jedoch hat sich die ursprünglich vorhandene Wasserreserve für rd. 6 min Vollast als zu gering erwiesen. Wir waren genötigt, durch Aufstellung von weiteren Sammelbehältern einen Speisewasservorrat für rd. 30 min zu schaffen, der nunmehr ausreicht. Notwendig wurde zunächst auch die Trennung der elektrischen Eigenbedarfsversorgung vom Hauptnetz.

In den elektrischen Anlagen traten Störungen, die auf grundsätzlichen Fehlern beruhen, nicht auf. Die geradezu vorbildlich durchgeführte Anordnung aller Überwachungsgeräte der elektrischen und dampftechnischen Anlagen in der Hauptwarte kann vom Standpunkt der Betriebs als durchaus gelungen bezeichnet werden.

Kohlentrocknungs- und Mahlanlagen haben i stungsfähigkeit in längerem Dauerbetrieb erwies gesamten Rohkohlen- und Staubförderanlagen arbe wandfrei.

Für die Feuerführung von vier Großkesseln 1750 m² Heizfläche ist nur ein Mann notwendi Kohlenstaubverfeuerung bereitete die geringste M Einarbeitung des Personals. Der Betrieb der 37 druckkessel ist durchaus nicht schwieriger als Kesseln des gewohnten Druckbereiches um 15 at Aus betrieblichen Gründen konnten bisher keine g nauen Leistungs- und Garantieversuche durchgefüh den. Wir wissen aber, daß der festgesetzte Leis reich der Kessel überschritten werden kann. I nehmen wir jetzt bereits die Vorarbeiten auf, um lich zu einer selbsttätigen Feuerführung zu komme triebsmessungen ergaben, daß hohe Luftvorwärmu erwünscht ist. Ferner ist feststellbar, daß neben d bau von Luftvorwärmern auch die Anordnung von wasservorwärmern in den Abgasweg Vorteile dürfte, wenn auch mit anderen Abmessungen als wurf von 1925. Die Entaschung der Kessel bildet kein Problem mehr, nur eine vollkommenere Reinig Schornsteinabgase ist noch erforderlich. Durch Verbesserungen konnten Wasserkreislaufstörungen Kühlsystemen der Brennkammern erfolgreich werden.

Inbesondere möchte ich hervorheben, daß es g ist, durch peinlich genaue Liefer- und Abnahmevors Materialfehler weitgehend zu vermeiden. Von rd. Kesselrohren ist beispielsweise bisher kein Rohr au Ursache schadhaft geworden. Die Beherrschung de Dampfdrucks und der hohen Temperaturen kann den hier angewandten Grenzen als gelungen beze In der gesamten Hochdruck-Rohrleitungsanlage, be Verbindungsstellen wir auf besonders sorgfältige schenausführung achteten und beispielsweise Nietf völlig vermieden, hatte die Betriebsleitung bisher lei Störungen zu verzeichnen.

Die Stromversorgung Berlins wird sich in den n Jahren in immer verstärktem Maße des Großkra Klingenberg als einer seiner Hauptkraftquellen nen. Die Berliner Elektrizitätswerke wünsch hoffen, daß diesem größten Werk der deutschen industrie andre Werke in Deutschland folgen mög sieht darin eine Bekräftigung ihrer Ansicht, daß werkneubauten und vermehrte Stromerzeugung im junkturbarometer der Wirtschaft auf „beständig deuten. Sie hofft schließlich, im erhöhten Stromver ein Kennzeichen für gesteigerte kulturelle Ansprüc Verbesserung der allgemeinen Lebenshaltung zu er

Berlin [B 681] M. Reh

Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage

Von R. Tröger, Berlin-Zehlendorf

(Hierzu Tafel 7 und 8)

Die Anlagen des Großkraftwerkes Klingenberg werden zusammenfassend beschrieben, die Bauzeiten angegeben und die Erwägungen mitgeteilt, die zu der Lage, Größe und Anordnung des Werkes geführt haben.

Die Lage und Gesamtanordnung des Kraftwerkes sind aus Tafel 7 und 8 zu ersehen. Das Grundstück, s. Abb. 1, hat einen Flächeninhalt von 200 m², wovon 20 716 m², also 10,5 vH bebaut sind. Der Mai 1927 in Betrieb befindliche erste Ausbau ıßt eine Maschinenleistung von 270 000 kW. Die Anıung bietet die Möglichkeit, das Werk auf den doppel- Umfang zu erweitern. Wasser- und Kohlenzufuhr, lenlagerplatz und Warte sind von vornherein für den ültigen Ausbau von 540 000 kW Leistung bemessen den.

Die Maschinenanlage besteht aus drei Dampfinengruppen von je 90 000 kW oder 100 000 kVA erleistung; jede Gruppe umfaßt eine Hauptturbine von 00 kW (s. das Bild S. 1832) und eine Vorwärmturbine 10 000 kW. Die Hauptmaschinen haben vier Gehäuse, auf zwei Wellen verteilt sind; je eines für Hoch- und eldruck und zwei für Niederdruck. Jede Welle treibt n Stromerzeuger von 44 000 kVA. Die Klemmenspang beträgt 6 kV, die Drehzahl 1500 Uml./min. Das densat wird durch Abdampf (0,45 at abs) und apfdampf (4 at abs) der entsprechend ausgeführten wärmturbinen in zwei Stufen auf 75 und 140° ermt und mit der letzteren Temperatur den Kesseln zugeführt. Die Vorwärmturbinen sind zweigehäusig ausgebildet und laufen mit 3000 Uml./min.

Das Hauptbild der elektrischen Schaltung zeigt Abb. 1 auf S. 1891. Die von den Stromerzeugern gelieferte Energie wird hochspannungsseitig auf 30 kV-Sammelschienen vereinigt. Während die 88 000 kVA-Stromerzeuger ausschließlich über Transformatoren auf das 30 kV-System arbeiten, kann jeder 12 500 kVA-Stromerzeuger außerdem 6 kV-Sammelschienen speisen, die den Eigenbedarf des Werkes versorgen. Hoch- und Niederspannungs-Sammelschienen werden dann über den Transformator des 12 500 kVA-Stromerzeugers zusammengeschlossen. Durch Reihenschaltung von Blindwiderstand und schnellwirkende Relais ist die Trennung beider Stromkreise im Störungsfalle sichergestellt.

Das 30 kV-Schalthaus enthält 46 Felder, davon 24 für abgehende Drehstromkabel. Eine Erweiterung um 13 Felder befindet sich im Bau.

Die Kesselanlage besteht aus 16 Kesseln von je rd. 1800 m² Heizfläche und erzeugt Frischdampf von 35 at abs und 410°. Jeder Kessel hat eine Dauer-Höchstleistung von rd. 80 t/h, entsprechend rd. 18 000 kW, bezogen auf die Klemmenleistung der Stromerzeuger. Die

Abb. 1. Lageplan des Großkraftwerkes Klingenberg. M. 1 : 5000

Kesselhaus A
Kesselhaus B
Turbinenhaus
Turbinenhausvorbau
Verwaltungsgebäude
Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalthaus
g 30 kV-Schalthaus
h Kühlwasser-Zulaufkanal
i Kühlwasser-Zulaufkanal (spätere Erweiterung)
k Kühlwasser-Ablaufkanal
l Verbindungsbrücke zur Kohlenmahlanlage
m Kohlenmahlanlage
n Werkstatt- und Lagergebäude
o Stichkanal für Kohlenanfuhr
p Straßenbrücke über den Stichkanal
q großer Kohlenlagerplatz
r kleiner Kohlenlagerplatz
s Kohlenschüttgrube
t Lagerplatzbrücken
u Kasino
v Badeanstalt des Bezirks Lichtenberg

Die gestrichelt dargestellten Gebäude bezeichnen die geplante künftige Erweiterung des Werkes

Kessel sind paarweise an freistehende Blechschornsteine von 70 m Höhe angeschlossen.

Die Kohlenmahlanlage umfaßt vier Gruppen; jede Gruppe besteht aus einem mit Anzapfdampf geheizten Kohlentrockner von 24 t/h Durchsatz und zwei Pendelmühlen von 24 t/h gesamter Mahlleistung. Durch vier Staubpumpen von je 50 t/h Förderleistung wird das Mahlgut nach Bedarf auf die Kohlenstaubbunker der einzelnen Kessel verteilt.

Das Rohkohlenlager kann bis zu 220 000 t stapeln. Zur Förderung dienen zwei fahrbare Brücken von je 140 t/h Leistung.

Bauzeit

Der erste Spatenstich erfolgte am 15. September 1925. Trotz eines allgemeinen Streiks von etwa zwei Monaten Dauer und verschiedener Teilstreike wurden folgende Fertigstellungstermine erzielt:

30 kV-Schalthaus: Inbetriebnahme des ersten Drittels am 15. August 1926, des zweiten Drittels am 2. Oktober 1926, des letzten Drittels (dessen Fertigstellung im Einvernehmen mit der BEWAG absichtlich zurückgestellt wurde) am 12. Mai 1927.

Maschinenanlage, Vorwärmanlage, Kesselhaus, Kohlenaufbereitung: Inbetriebnahme des ersten Drittels, teilweise mit vorläufigem Anschluß der Hilfs- und Betätigungsanlage, am 19. Dezember 1926.

Das Ziel, einen Teil der städtischen Winterspitze 1926/1927 durch das Kraftwerk Klingenberg übernehmen zu können, wurde dadurch erreicht.

Ende Januar 1927, nach Senkung der Winterspitze, gab die BEWAG der AEG das erste Drittel der Anlage frei zum Ausbau der vorläufigen Einrichtungen und zum endgültigen Anschluß der Hilfs- und Betätigungsanlagen.

	Probebetrieb	Abnahme
Erstes Drittel	11. April 1927	25. April 1927
Zweites „	29. „ „	10. Mai „
Letztes „	23. Juli „	30. Juli „

Die erwähnten vorläufigen Einrichtungen für die erstmalige Inbetriebnahme des ersten Drittels der Maschinenanlage im Dezember 1926 waren bedingt durch die Forderung der BEWAG, über die Anlage trotz der durch die Streike hervorgerufenen Verzögerungen von rd. drei Monaten für die Winterspitze 1926/1927 verfügen zu können.

Vertraglich war die Fertigstellung des ersten Drittels des Kraftwerkes für den 15. Oktober 1926 vorgesehen; dieser Termin wäre ohne die Streiks eingehalten worden.

Vorbedingungen

In Abb. 1, S. 1829, sind die Spitzenlasten der BEWAG von 1918 bis 1926 eingetragen. Die ausgezogene Linie *a* kennzeichnet den jährlichen Anstieg der Spitzenlast. Vor der in dieser Abbildung berücksichtigten [Ent]wicklung war die Spitzenlast von 1910 bis 1916 (zu[m] Hindenburg-Programm) jährlich um rd. 12 000 kW [ge]stiegen, 1917 dagegen um 40 000 kW gefallen. Sodann [sind] von 1918 an deutlich zwei Zeitabschnitte zu unterschei[den]:

1918 bis 1923 (Währungsverfall),
1923 „ 1926 (Währungsfestigung).

Der mittlere jährliche Anstieg der Spitzenlast bet[rug]
im ersten Abschnitt rd. 7 000 kW
„ zweiten „ „ 50 000 „

Der während des ersten Zeitabschnittes du[rch] Zwangsmaßnahmen unterdrückten Entwicklung fo[lgte] eine Zeit außergewöhnlich schnellen Anstieges; d[abei] wurden sogar die Werte übertroffen, welche bei gle[ich]mäßigem Steigen des Bedarfes nach Maßgabe der [Vor]kriegszeit zu erwarten waren. Der Verbrauch auf [den] Kopf der Einwohner betrug im Jahr 1926 rd. 195 k[Wh]. Ein Vergleich mit den entsprechenden Werten der G[roß]städte andrer Länder, in denen das Mehrfache der le[tzt]genannten Zahlen erreicht wird, berechtigt zu der sich[eren] Voraussage eines weiteren erheblichen Anstieges [der] Spitzenlast.

Der Reservegrad der Kraftwerke (Verhältnis [der] Kraftwerkleistung zur Spitzenlast), der bereits [bei] Kriegsbeginn verhältnismäßig niedrig war (rd. 1,[...]) sank im ersten Jahr des zweiten Zeitabschnittes (19[..]) unter 1, da die Werke während der Nachkriegszeit n[icht] erweitert worden waren. Nach dem im Jahre 1917 mit [den] Elektrowerken abgeschlossenen Vertrag konnte [die] BEWAG der Fernleitung bis zu 60 000 kW entnehm[en]; diesem Umstand ist es zu verdanken, daß der Beda[rfs]ansturm zu Beginn des zweiten Zeitabschnitts befrie[digt] werden konnte.

Betriebsbedingungen

Die BEWAG hat die frühere Art der Stromverteilu[ng], wobei jedes Kraftwerk unabhängig arbeitete und einen [be]stimmten Stadtteil versorgte, verlassen. Ein umfangreic[hes] Netz von 30 kV-Kabeln verbindet die Kraftwerke mit [den] Hauptumspannwerken und untereinander; dadurch [hat] man eine große Bewegungsfreiheit in der Verteilung [der] Last auf die einzelnen Werke erreicht und die Vorbed[in]gung geschaffen, um die Leistung von 200 000 [bis] 300 000 kW, die eine Verdoppelung der Gesamtleistung [der] bestehenden Kraftanlagen bedeutete, in einem einzi[gen] Werk zu vereinigen, ohne die Ausnutzung seiner wär[me]wirtschaftlichen Überlegenheit durch Übernahme [der] Grundlast zu beschränken.

In Abb. 2 sind kennzeichnende Belastungslinien f[ür] einen Sommer- und einen Wintertag des Jahres 1926 d[ar]gestellt.

Die Bemessung der Maschinengröße für das Gr[oß]kraftwerk Klingenberg bot unter diesen Umständen kei[ne] Schwierigkeit. Man konnte die größten Maschin[en] wählen, die nach dem Stande der Technik [ge]baut wurden, und damit die Vorteile des Gr[...]

Lagerplatzbrücke mit Kohlenschüttgrube

Hauptturbine von 80 000 kW

Gesamtansicht des Großkraftwerkes Klingenberg von Süden

schinenbaues: die Verminderung des Dampfverbrauchs, allgemeine Verbilligung der Anlage und die Vereinhung des Betriebes, bis zur Grenze ausnutzen. Auch häufig gegen große Maschinen geltend gemachte Einnd, daß sie eine verhältnismäßig große Maschinenerve bedingen, ist bei der geschilderten Betriebsweise BEWAG hinfällig. Für das neue Kraftwerk allein eutet der dritte Maschinensatz vorerst allerdings eine serve von 50 vH; infolge der Ausgleichmöglichkeiten des zes steht er aber auch den übrigen Kraftwerken zur Verung; diese können entsprechend höher belastet werden. f die Gesamtspitze bezogen, beträgt die Leistung des tten Maschinensatzes nur 20 bis 30 vH, also nicht mehr, ohnehin erforderlich ist.

Die Wahl von drei Maschinengruppen entspricht der ndestzahl, die unter den geschilderten Bedarfsverhältsen in Frage kam. Die Anlage ist in allen Teilen so worfen, daß sie ohne Störung des Betriebes auf die pelte Leistung, also auf 540 000 kW, erweitert werden in.

Die Bedeutung des neuen Werkes für die Stromvergung der größten deutschen Stadt bildete einen natürien Ansporn, allgemein mit der Verwendung technischer uerungen zur Verbilligung des Betriebes bis an die ßerste Grenze zu gehen. Das Großkraftwerk Klingeng unterscheidet sich in der Bauart der Maschinen- und sselanlage, der Kohlenaufbereitung, der elektrischen richtung und Gesamtgliederung wesentlich von allen herigen Großkraftwerken; es erscheint fast als ein gnis, angesichts der Werte, die hier auf dem Spiele nden, und der Bedeutung des von ihm versorgten Wirtaftsgebietes.

Die Aufgabe wurde erleichtert durch die Art der Zumenarbeit zwischen Auftraggeber und Unternehmer; war getragen von einem Gefühl der Schicksalsgemeinaft; beide bewiesen die gleiche Verantwortungsfreudigt; das gegenseitige Vertrauen ist auch unter den schwiesten Verhältnissen nicht in Frage gestellt worden.

Die Technik schuldet der BEWAG besonderen Dank ihr entgegenkommendes Verhalten bei der Einführung weitreichenden Neuerungen, die das Klingenbergrk aufweist.

Der Bauvertrag

Nach Abschluß der umfangreichen Vorarbeiten, deren Ergebnis die AEG in einem alle Berechnungen, Kostenanschläge und Zeichnungen enthaltenden kritischen Bericht zusammenfaßte, beauftragte die BEWAG am 9. Juli 1925 die AEG mit der Gesamtausführung des Werkes bis zur schlüsselfertigen Übergabe.

Der Auftrag umfaßte sämtliche Hoch- und Tiefbauten einschließlich des Stichkanals sowie die vollständige elektrische und maschinelle Einrichtung mit allen Hilfsanlagen für den ersten Ausbau des Kraftwerks und des 30 kV-Schalthauses mit einer Maschinenleistung von 270 000 kW.

Die ursprüngliche Absicht der BEWAG, den Gesamtauftrag zu einem Pauschpreis zu vergeben und die AEG als Generalunternehmer zu bestellen, mußte aufgegeben werden; denn die Aufträge an die Unterlieferer, die etwa $^2/_3$ der Gesamtkosten umfassen, waren hierfür noch nicht genügend geklärt; das Pauschabkommen hätte eine Verzögerung von mehreren Monaten bedingt und damit die von der BEWAG geforderte Bereitschaft des ersten Maschinensatzes für den Winter 1926/27 in Frage gestellt.

Abb. 2
Kennzeichnende Belastungslinien für einen Sommer- und einen Wintertag 1926

Man fand eine Lösung, die unter Vermeidung dieses Zeitverlustes dem Auftraggeber praktisch die gleiche Gewähr bot wie ein Pauschabkommen und dabei dem Unternehmer die notwendige Bewegungsfreiheit sicherte. Der Gesamtauftrag wurde in vier Einzelaufgaben unterteilt:

a) Für die eigenen Lieferungen der AEG wurden Umfang und Lieferbedingungen im voraus vertraglich festgelegt; die Preise schlossen Einbau und Probebetrieb ein. Soweit zusätzliche Bestellungen an elektrischen Einrichtungen notwendig wurden, behielt die BEWAG sich die Wahl des Lieferers vor.

b) Die AEG übernahm alle Obliegenheiten eines beratenden Ingenieurs im Sinne der Gebührenordnung der Ingenieure, von den Vorarbeiten bis zur schlüsselfertigen Übergabe der Gesamtanlage, umfassend den baulichen Teil mit Architektur und alle maschinellen und elektrischen Einrichtungen. Die Gesamtbearbeitung sollte im Einvernehmen mit der BEWAG erfolgen; die Lieferbedingungen und Vergebungen bedurften ihrer Genehmigung.

c) Die AEG übernahm folgende Gewähr für die Gesamtanlage: Die von ihr angestellten Berechnungen und gewählten Anordnungen entsprechen dem heutigen Stande der Technik und berücksichtigen die bisherigen Erfahrungen; sie gewährleistet das gute Zusammenarbeiten der einzelnen Teile des Werkes, die Zweckmäßigkeit der für die Ausführung der Einzelteile angegebenen Anordnung und die Befolgung der zur Zeit gültigen behördlichen Vorschriften. Bei Überschreitung der Fertigstellungstermine (Betriebsbereitschaft von zwei Turbinen bis zum 10. Dezember 1926, dritte Turbine am 1. Oktober 1927) hat die AEG der BEWAG bestimmte Beträge zu vergüten. Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Werkes ist sorgfältig und gewissenhaft aufgestellt.

d) Um jeden Zeitverlust zu vermeiden, der möglicherweise aus dem vorgeschriebenen Instanzenweg zwischen Bearbeitung und Genehmigung entstehen könnte, wurde ein Ausschuß aus bevollmächtigten Vertretern beider Parteien eingesetzt, der während der Bauzeit wöchentlich einmal zusammentrat und kurz über die der Genehmigung unterliegenden Fragen entschied. Die Niederschriften der Ergebnisse wurden nach der Sache planmäßig so geordnet, daß die Übersichtlichkeit der vielen Einzelentscheidungen und damit die Stetigkeit der Beschlüsse des Ausschusses gewahrt blieben.

Der Aufbau der umfangreichen Bauorganisation ist in Abb. 3 dargestellt. Links die AEG als ausführender Teil und rechts die BEWAG mit ihrer Organisation für Bauaufsicht und Betriebsüberleitung; darüber als letzte Instanz der gemischte Ausschuß.

Diese Vertragsform hat den Vorzug großer Anpassungsfähigkeit. Bei der kurzen Frist, die der AEG für die Ausarbeitung der Pläne zur Verfügung stand, und bei der großen Zahl von technischen Neuerungen mußte von vornherein mit Ergänzungen und Änderungen von Teillösungen während des Baues gerechnet werden. Eine Reihe von Verbesserungen sind auf diese Weise dem Werk zugute gekommen, die bei einem festen Pauschvertrag wahrscheinlich unterblieben wären.

Diese Vertragsform ist zweckmäßig, wenn neben dem wirtschaftlichen Gesichtspunkt bewußt die Förderung der Technik, also die Pioniertätigkeit in den Vordergrund gestellt wird, wie es die BEWAG tat. Der Pauschvertrag setzt dagegen im wesentlichen herkömmliche Bauweise voraus.

Eignung der Lage

Nachdem zugunsten des Nahkraftwerkes entschieden war, blieben als maßgebende Gesichtspunkte für die Bewertung der Lage: Grundstückkosten, Lage zum Verbrauchmittelpunkt, Beförderungsverhältnisse und Kühlwasserversorgung zu prüfen.

Das Kraftwerk liegt südöstlich des Rummelsburger Sees am Stadtumfang; die Grundstückpreise waren daher erträglich. Das Gelände gehörte außerdem [der] Stadt. Zur Verfügung stand eine Fläche von 200 000 m², die, obwohl von der Köpenicker Chau[ssee] durchschnitten, genügende Bewegungsfreiheit für zweckmäßige Gestaltung der Anlagen bot.

Für die Stromverteilung vom Kraftw[erk] aus kamen nur Hochspannungskabel in Frage. Aus [dem] überwiegenden Anteil der Kraftwerkleistung an der [Ge]samtversorgung entsprang die Notwendigkeit, das Sc[halt]haus zum stärksten Knotenpunkt des 30 kV-Netzes [aus]zubilden und damit die unbeschränkte Entwicklu[ngs]möglichkeit für die abgehenden Kabel zu fordern. [Zur] Entfaltung der Kabel nach Norden und Süden ist [die] breite Köpenicker Chaussee verfügbar; die Durchquer[ung] der Spree sichert den Weg in westlicher Richtung. [Die] Entfernungen von den Unterwerken der Stadt sind [ver]hältnismäßig klein, sie betragen durchweg nur we[nige] Kilometer.

Auch die Beförderungsverhältni[sse] liegen günstig: im Westen des Geländes die Spree [mit] einer Wasserfront von mehr als 600 m und prakt[isch] ohne Schwankungen des Wasserspiegels; östlich unmi[ttel]bar angrenzend der Verschiebebahnhof Rummelsbu[rg]; beide Anfuhrmöglichkeiten ließen sich mit einfachen [und] billigen Mitteln für das Werk nutzbar machen. Es [ist] reichlich Platz vorhanden zur Anlage eines Kohlenla[ger]platzes für mehrmonatlichen Bedarf, so daß das W[erk] selbst bei Behinderung der Schiffahrt durch Frost [oder] Wasserknappheit nicht von der Bahn abhängt und ge[gen] unvorhergesehene Vorkommnisse in der Brennstoff[ver]sorgung weitgehend gesichert ist.

Die schwierigste Frage bei der Grundstückswahl [für] Großkraftwerke bilden in der Regel die Wasserve[r]hältnisse. Die durch das Spreewasser abzuführe[nde] Wärmemenge entspricht etwa 95 vH der in den Ha[upt]turbinen verlorenen Wärme. Ihre Verlustzahlen [(es] handelt sich hierbei nicht um Garantie- oder Versu[chs]werte) betragen, wie in meinem Schlußaufsatz [dar]gelegt ist,

für Leerverlust . . . . $a = 0{,}11$
„ Lastverlust . . . . $b = 2{,}08$.

Da die zugehörigen Vorwärmturbinen 12,6 vH [der] Leistung der Hauptturbinen haben, so beträgt die [für] 1 kWh nutzbar abgegebene Arbeit (= 860 kcal) durch [die] Spree abzuführende Wärmemenge:

$$q = \frac{0{,}95}{1{,}126}\,860\,\left(\frac{0{,}11}{\mu} + 2{,}08\right)$$

$$= \frac{80}{\mu} + 1508 \text{ kcal/kWh.} \quad \ldots\ldots$$

μ = Nutzungsgrad der Maschinen = Verhältnis [der] mittleren Belastung zur Vollast.

Die Kühlleistung eines Flusses entspri[cht] allgemein der Summe aus Strömungskühlung des Fl[uß]wassers und Oberflächenkühlung zwischen Ein- und A[us]lauf des Kühlwassers.

Die Oberflächenkühlung kommt nur dann in Fra[ge,] wenn der Kühlwasserbedarf größer ist als die Stro[m]menge des Flusses und daher ein Teil des Kühlwasse[rs] von der Auslaufstelle zur Einlaufstelle zurückfließt. Na[ch] Erfahrungen an anderer Stelle darf als Mindestwert d[er] spezifischen Oberflächenkühlung (Verdunstung + B[e]rührung) gerechnet werden $k = 22{,}5$ kcal/m² °C h.

Die Oberfläche des Flusses zwischen Ein- und Au[s]lauf des Kühlwassers beträgt rd. 385 · 180 = 70 000 m[²]. Man kann annehmen, daß davon 70 vH oder rd. 50 000 m[²] ausgenutzt werden.

Die Spree hat etwa folgende mittlere Wassertem[peraturen]:

in den Sommermonaten . . . . . . rd. 20 °C,
in den Wintermonaten . . . . . . rd. 3 °C,
Höchsttemperatur . . . . 25 °C.

Wir rechnen hiernach mit einer zulässigen Erwärmun[g] für das gesamte Spreewasser um rd. 10 °C. Wird de[r] Kühlwasserstrom des Kraftwerkes so eingestellt, da[ß] sich das nach der Eintrittstelle zurückfließende Wasse[r]

Abb. 3 Aufbau der Bauorganisation für das Großkraftwerk Klingenberg

abkühlt, so beträgt die mittlere Übertemperatur
ckläufigen Wassers

$$\Delta t = \frac{10+8}{2} = 9\,°C.$$

diesen Annahmen erhält man folgende Kühlwir-

rflächenkühlung:

$$K_0 = 22{,}5 \cdot 50\,000 \cdot 9 = 10 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$$

ömungskühlung:

$$K_{St} = 3600 \cdot 1000 \cdot 10\, z_w = 36 \cdot 10^6\, z_w \text{ kcal/h}$$

ne: $K = (10 + 36\, z_w)\, 10^6$ kcal/h . . . . (2)

(z_w = Wassermenge des Flusses in m³/s).

ie bei der Kühlwirkung K erzielbare Stunden-
ng des Kraftwerkes beträgt:

$$L_K = \frac{K}{q} = \frac{(10 + 36\, z_w)\, 10^6\, \mu}{80 + 1508\, \mu}$$

da $\mu = \frac{L_K}{90\,000\, z_M}$ (z_M = Zahl der im Betriebe befind-
Maschinen),

$$L_K = 6640 + 23\,900\, z_w - 4780\, z_M \text{ kWh/h} \quad . . . (3)$$

Gleichung entspricht angenähert der einfachen Be-
ng

$$L'_K = 23\,000\, z_w \text{ kWh/h} \quad . . . . (4).$$

nmittelbare Messungen der Rummelsburger Strö-
liegen, soweit unsere Ermittlungen reichen, nicht
Nach Angabe des Wasserbauamtes Potsdam ergeben
die bei Fürstenwalde gemessenen Werte ein hin-
end genaues Bild, wenn sie entsprechend der Ver-
rung des Niederschlagsgebietes mit 1,6 multipliziert
en. Die derart gewonnenen Ergebnisse sind in
4 wiedergegeben. Die voll ausgezogene Linie zeigt
Monatsmittel aus den Jahren 1902 bis 1910; die
ngen des Jahres 1911, das sich durch einen un-

Zahlentafel 1
Zulässige Belastung in Abhängigkeit von der Flußströmung

Strömende Wassermenge zu m³/s	Zulässige Belastung L_K nach Gl. (3) kWh/h	nach Näherungsgleichung (4) kWh/h	Abweichung der Näherungsgleichung vH
5	116 600	115 000	— 1,4
10	231 300	230 000	— 0,6
15	346 000	345 000	— 0,3
20	456 000	460 000	+ 0,9
23,5	540 000	540 000	0

gewöhnlich heißen und trockenen Sommer auszeichnete, sind besonders eingetragen. In letzterem Fall betrug die Mindestmenge 8 m³/s, gegenüber einem mittleren Mindestwert der Jahre 1902 bis 1910 von 24 m³/s.

Aus den Werten von Zahlentafel 1 erhält man demnach für die Kühlwasserverhältnisse des Klingenberg-Werkes etwa folgendes Bild: Für den ersten Ausbau reicht die Kühlung aus. Selbst in einem heißen Sommer können zwei Maschinengruppen voll betrieben werden. Nach vollem Ausbau des Werkes genügt die Kühlwassermenge im normalen Sommer (etwa 20 m³/s) für den Vollbetrieb von fünf Maschinengruppen.

Man entschloß sich hiernach, für den Erweiterungsbau die Möglichkeit des Einbaus einer besonderen Rückkühlanlage vorzusehen, zumal nicht klar zu übersehen war, welche Wirkung die Temperaturerhöhung des Flußwassers bei Wassermangel ausüben würde. In den Auslaufkanal wurde daher ein Abzweig eingebaut, so daß der Kanal an die gegebenenfalls später aufzustellenden Kühltürme ohne Betriebstörung angeschlossen werden kann.

Betriebstechnische Grundlagen

Der thermische Wirkungsgrad von Kondensationsturbinen steigt mit der Überhitzung und in geringerem Maße mit der Spannung des Frischdampfes. Je höher die

Spannung, desto größer der durch Vorwärmung, also mit höchstem Wirkungsgrad ausnutzbare Anteil der Energiegewinnung aus Dampf.

Die Temperatur ist durch die Haltbarkeit der für Turbinen verfügbaren Baustoffe nach oben hin begrenzt; sie wurde nach dem heutigen Stande der Technik mit 400 ° an der Turbine, entsprechend rd. 410 ° am Kesselaustritt, gewählt. Zwischenüberhitzung des Dampfes kam u. a. deshalb nicht in Frage, weil die zu ihrer konstruktiven Lösung erforderliche Zeit die Fertigstellung in unzulässiger Weise verzögert hätte.

Damit war die Dampfspannung bestimmt: bei gleicher Anfangstemperatur und gleicher Luftleere erhöht sich der Wassergehalt des Dampfes in den unteren Druckstufen mit zunehmender Frischdampfspannung; es empfahl sich daher, nicht über 32,5 at Überdruck an der Turbine hinauszugehen, entsprechend etwa 35 at am Kessel; die genehmigte Spannung beträgt 37 at.

Bei diesen Dampfverhältnissen wird der thermische Wirkungsgrad der Energieerzeugung durch Vorwärmung um etwa 8 bis 9 vH verbessert. Das ergibt bei 40 vH mittlerem Lastgrad eine jährliche Kohlenersparnis von mindestens 200 000 ℳ für jeden Maschinensatz; damit werden die durch die Vorwärmung bedingten Mehrkosten der Anlage in wenigen Jahren getilgt.

Die Anordnung der Vorwärmanlage ist in neuartiger Weise den besonderen Verhältnissen von Großkraftwerken angepaßt worden; der hier eingeschlagene Weg scheint geeignet, den zukünftigen Kraftwerkbau maßgebend zu beeinflussen: die Maschinensätze der Großkraftwerke stellen Werte von vielen Millionen Mark dar. Einfachheit und Betriebsicherheit sind daher allen anderen Forderungen voranzustellen. Anzapfstellen zur Entnahme von Vorwärmdampf und die dazu nötigen Regeleinrichtungen bedeuten Glieder, die, so einwandfrei sie auch durchgebildet sein mögen, Störungen ausgesetzt sind und dabei u. U. die Abschaltung des ganzen Maschinensatzes notwendig machen können.

Im Großkraftwerk Klingenberg sind daher die Haupttturbinen unter Vermeidung von Anzapfstellen als einfache Kondensationsmaschinen ausgeführt. Die Vorwärmung erfolgt durch besondere Anzapf-Gegendruckturbinen, die gleichzeitig zur Versorgung des Eigenverbrauches dienen und das Aufstellen besonderer Hilfsturbinen ersparen. Man erreichte damit den weiteren Vorteil, daß die verwickelte Vorwärmanlage und das Ge-

Abb. 4
Wassermengen der Spree bei Rummelsburg. Monatsmittel 1902/10 und 1911

wirr ihrer Rohrleitungen, die bei Anzapfung de maschinen im Kondensationskeller hätten unter werden müssen, mit den viel kleineren Vorwärm in einem besonderen Raum übersichtlich angeord den konnten. Mit Rücksicht auf den doppelte der Vorwärmturbinen ist jede von ihnen mi eigenen Hilfskondensator ausgerüstet, der selbst geschaltet wird, wenn die Hauptmaschine und d Kondensat ausfällt. Die Vorwärmturbine läuft i Fall unabhängig von der Hauptmaschine als einfac densationsmaschine; dabei genügt ihre Leistung, Eigenverbrauch zu decken.

Umgekehrt wird bei Ausfall einer Vorwärn die Vorwärmung selbsttätig durch gedrosselten dampf übernommen, dessen Zusatzmenge sich na Druck im Vorwärmer regelt.

Bei normalem Vorwärmbetrieb fließt die Üb energie der Vorwärmturbinen über besondere formatoren den Sammelschienen des 30 kV-Scha zu, s. Abb. 1, S. 1891. Damit wird eine zusätzlich rung für die Eigenversorgung erzielt.

Es ist wirtschaftlich bedeutungslos, mehr a Stufen zur Vorwärmung zu verwenden. Außer schwert jede zusätzliche Stufe die Regelung. D wärmturbinen sind daher als Gegendruckturbi einer einzigen Anzapfstelle ausgebildet.

Jede Hauptmaschine ist mit ihrer Vorwärmm und ihrer Vorwärmanlage so entworfen, daß jede Maschinengruppen eine Hauptmaschine, eine Vo maschine und das zugehörige Feld der Vorwärn umfaßt und eine Gesamtleistung von 90 000 kW

Bei der schon recht häufigen Verwendun K o h l e n s t a u b f e u e r u n g in Kraftwerken bi Erörterung des Für und Wider an sich kein bes Interesse mehr. Die Tatsache jedoch, daß in dem g Werk des Festlandes (270/540 000 kW Leistung) samte Dampferzeugung ausschließlich auf Kohle feuerung beruht, bedeutet ein Merkmal, das ein klärung bedarf.

Die Überlegenheit der Staubfeuerung in bezu Wärmewirkungsgrad wird teilweise bestritten. D rechtigung hierzu mag in dem einen oder andere gegeben sein, wenn lediglich die aus Versuchen neten Vollast-Wirkungsgrade zum Vergleich he zogen werden; den Ausschlag geben aber die im schen Dauerbetrieb erzielten Ergebnisse.

Durch die leichte Anpassung an den schwanl Lastverlauf entfällt ein erheblicher Teil des durch lauf bedingten Verbrauchs. Die Staubfeuerung ist l regelbar und weniger empfindlich gegen Änderun der Beschaffenheit der Kohle; sie arbeitet daher s und mit gleichmäßig hohem Wirkungsgrad. Die im praktischen Betrieb mit Staubfeuerung erzielte K ersparnis ist je nach dem Lastgrad auf mindestens 8 vH zu veranschlagen.

Im Gegensatz zur Kettenrostfeuerung gestatt kanntlich die Staubfeuerung, die verschiedensten K arten bis zu der minderwertigsten Sorte zu verw Bei dem großen Kohlenverbrauch im Großkraf Klingenberg, der in wenigen Jahren voraussic mehrere Tausend Tonnen täglich betragen wird, dieser Gesichtspunkt von ausschlaggebender Bede Neben der Ersparnis durch Verfeuern minderwe Kohle vergrößerte man damit den Markt für die De des Bedarfs, die Möglichkeiten zur Ausnutzung der schwankungen und die allgemeine Sicherheit der K versorgung.

Ein weiterer Vorteil der Staubfeuerung beste der Verwendbarkeit von Schwelkoks; das Werk is vornherein so angelegt, daß es hinreichend Platz b um gegebenenfalls eigene Schwelanlagen zu erri und den Schwelkoks selbst herzustellen. Überdies l sich die für Staubfeuerung entworfenen Kessel auc Öl oder Gas befeuern, falls die im Fluß begriffene wicklung der Kohlenveredelung diese Möglichkeit öffnen sollte.

Die durch die Kohlenmahlanlage bedingte Ver rung der Kohle wird im wesentlichen ausgegli durch die bei Staubfeuerung erzielbare größere

VII | III | I

x_1 | w_1 | v_1 | u_1 | t_1 | c_1 | t | a | b | c | d | e

värmanlage und Kohlenaufbereitung

VII | II | I

+31,2 | +22,9 | +19,6 | +14,9 | +10,3 | +38,26 | ±0,0

x_1 | w_1 | v_1 | u_1 | t_1 | q_1 | s | t | a | f | g | h | m | l | k | i | n | o | p

A, Verbindungsbrücke und Kohlenaufbereitung

a Fahrbahn fü
b Rohkohlenbu
c Kohlentrock
d Kohlenmühle
e Kohlenstaubs
f Kohlenstaubl
g Kohlenstaub
h Schalttafel f
i Transformat
k Zellen für 6
l „ „ 6
m Ölschalter-Be
n Raum für di
o 380 V-Schalt
p Raum für di

l_1 Haupttransformatoren 44 000 kVA
m_1 Kühlanlage für Transformatorenöl
n_1 Raum für blanke Stromschienen
o_1 Kabelräume
p_1 Kabelkanal zum Kesselhaus
q_1 Kabelkanal für 30 kV-Kabel
r_1 Warte
s_1 Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalthaus
s_2 Kanal für Meß- und Betätigungskabel in s_1

VII. 30 kV-Schalthaus

t_1 Kellergeschoß: Kabelendverschlüsse
u_1 Erdgeschoß: Kabel-Trennschalter
v_1 1. Obergeschoß: Reaktanzen
w_1 2. Obergeschoß: Ölschalter
x_1 3. Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

Schnitt A-M

Schnitt durch 30 kV-Schalthaus (Kabelfeld), Verbindungsbrücke, Maschinenhausvorbau (Warte und Kondensationspumpen), Maschinenhaus, Vorwärmanlage und Kohlenaufbereitung

Schnitt N-W

Schnitt durch 30 kV-Schalthaus (Stromerzeugerfeld), Verbindungsbrücke, Maschinenhausvorbau (44 000 kVA-Transformatoren), Maschinenhaus, Kesselhaus A, Verbindungsbrücke und Kohlenaufbereitung

I. Kohlenaufbereitung

a Fahrbahn für Rohkohlenförderung
b Rohkohlenbunker
c Kohlentrockner
d Kohlenmühle
e Kohlenstaubschnecken
f Kohlenstaubbunker
g Kohlenstaubpumpen
h Schalttafel für Kohlenstaubverteilung
i Transformatoren 6000/380 V für Eigenbedarf
k Zellen für 6 kV-Kabelendverschlüsse
l „ „ 6 kV-Ölschalter
m Ölschalter-Bedienungsgang
n Raum für die 6 kV-Sammelschienen
o 380 V-Schalttafeln
p Raum für die 380 V-Sammelschienen und -Reaktanzen

II und III. Kesselhäuser A und B

q Kohlenstaubbunker
r Kessel
s Aschenkeller
t Entladegerüste
u Kesselbedienungstafeln
v Kommandotafel für Kesselhaus

IV. Vorwärmanlage

w Vorwärmturbinen
x Kommandotafeln für *w*
y Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb
z Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb
z_1 Schalt- und Überwachungstafeln

a_1 Speisewasseraufbereitung
b_1 Anzapfdampf-Vorwärmer
c_1 Speisewasserbehälter

V. Maschinenhaus

d_1 Hauptturbinen 80 000 kW
e_1 Hauptstromerzeuger je 44 000 kVA
f_1 Kondensatoren
g_1 Kommandotafel für Hauptturbine
h_1 Schalttafel für Hauptturbine

VI. Maschinenhausvorbau

i_1 Kondensationspumpen
k_1 Kühlwasserreinigung
l_1 Haupttransformatoren 44 000 kVA
m_1 Kühlanlage für Transformatorenöl
n_1 Raum für blanke Stromschienen
o_1 Kabelräume
p_1 Kabelkanal zum Kesselhaus
q_1 Kabelkanal für 30 kV-Kabel
r_1 Warte
s_1 Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalthaus
s_2 Kanal für Meß- und Betätigungskabel in s_1

VII. 30 kV-Schalthaus

t_1 Kellergeschoß: Kabelendverschlüsse
u_1 Erdgeschoß: Kabel-Trennschalter
v_1 1. Obergeschoß: Reaktanzen
w_1 2. Obergeschoß: Ölschalter
x_1 3. Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

Tröger: Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage

Grundriß des Großkraftwerkes Klingenberg

0 V für Eigenbedarf
dverschlüsse
ter
ng
taubverteilung
Kohlenstaubleitun-

II. Kesselhaus A
III. Kesselhaus B

m_1 Steilrohrkessel
m_2 Gruppenrohrkessel
n Kesselbedienungstafeln
o Entladegerüste
p Kohlensäure-Löscheinrichtung
p_2 Aschengrube

IV. Vorwärmanlage

q Vorwärmturbinen 10 000 kW
r Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb
s Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb
s_1 Überwachungstafel der Vorwärmanlage
s_2 Schalttafeln der Kesselspeisepumpen und Hilfsbetriebe der Vorwärmanlage
s_3 Meßtafel der Vorwärmturbinen
s_4 Selbstschreibende Meßgeräte der Vorwärmturbinen
t Anzapfdampf-Vorwärmer
u Speisewasserbehälter
u_1 Kondensatbehälter

V. Maschinenhaus

v Hauptturbinen 80 000 kW
w Fundament der Hauptturbine 3 mit Kondensator
x Schalttafeln der Hauptturbinen
y Montageraum
z Eisenbahngleis
z_1 Kabelkanäle zum Kesselhaus
z_2 Kanal für blanke Stromschienen

VI. Maschinenhausvorbau

a_1 44 000 kVA-Transformatoren der Hauptmaschinen
b_1 12 500 kVA-Transformatoren der Vorwärmmaschinen
c_1 Ölkühlanlagen der Transformatoren
d_1 Umformerraum
e_1 6 kV- und Gleichstrom-Schalttafel
e_2 Gleichstrom-Sammelschienen und -Selbstschalter
f_1 6 kV- und Gleichstrom-Schaltanlage
g_1 6 kV-Ölschalter
h_1 Kabelendverschlüsse
i_1 Warte, erster Ausbau
i_2 „ Erweiterung
i_3 „ Meßgerätetafel der Stromerzeugergruppen
i_4 „ Tafel für Überwachung der Turbinen- und Kesselanlagen
i_5 „ Schalttafel für Kabelgruppen und Schnellregler
i_6 „ Schaltpulte der Stromerzeugergruppen
i_7 „ Tafel der Zähler und selbstschreibenden Meßgeräte
k_1 Verbindungsbrücke mit Kanal für Meß- und Betätigungskabel
l_1 Kanäle für 30 kV-Kabel
n_1 Kanäle für Kühlwassereinlauf
n_2 Lichthof

VII. 30 kV-Schalthaus

o_1 Erstes Obergeschoß: Reaktanzen
p_1 Zweites Obergeschoß: Ölschalter
q_1 Drittes Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

VIII. Verwaltungsgebäude

Grundriß des Großkraftwerkes Klingenberg

I. Kohlenaufbereitung

- *a* Brecherhaus
- *b* Drehscheibe
- *c* Kohlenmühlen
- *d* Kompressoren
- *e* Kohlenstaubpumpen
- *f* Transformatoren 6000/380 V für Eigenbedarf
- *g* Zellen für 6 kV-Kabelendverschlüsse
- *h* „ „ 6 kV-Ölschalter
- *i* Ölschalter-Bedienungsgang
- *k* Schalttafel für Kohlenstaubverteilung
- *l* Verbindungsbrücke für Kohlenstaubleitungen und Kabel

II. Kesselhaus A
III. Kesselhaus B

- m_1 Steilrohrkessel
- m_2 Gruppenrohrkessel
- *n* Kesselbedienungstafeln
- *o* Entladegerüste
- *p* Kohlensäure-Löscheinrichtung
- p_2 Aschengrube

IV. Vorwärmanlage

- *q* Vorwärmturbinen 10 000 kW
- *r* Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb
- *s* Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb
- s_1 Überwachungstafel der Vorwärmanlage
- s_2 Schalttafeln der Kesselspeisepumpen und Hilfsbetriebe der Vorwärmanlage
- s_3 Meßtafel der Vorwärmturbinen
- s_4 Selbstschreibende Meßgeräte der Vorwärmturbinen
- *t* Anzapfdampf-Vorwärmer
- *u* Speisewasserbehälter
- u_1 Kondensatbehälter

V. Maschinenhaus

- *v* Hauptturbinen 80 000 kW
- *w* Fundament der Hauptturbine 3 mit Kondensator
- *x* Schalttafeln der Hauptturbinen
- *y* Montageraum
- *z* Eisenbahngleis
- z_1 Kabelkanäle zum Kesselhaus
- z_2 Kanal für blanke Stromschienen

VI. Maschinenhausvorbau

- a_1 44 000 kVA-Transformatoren der Hauptmaschinen
- b_1 12 500 kVA-Transformatoren der Vorwärmmaschinen
- c_1 Ölkühlanlagen der Transformatoren
- d_1 Umformerraum
- e_1 6 kV- und Gleichstrom-Schalttafel
- e_2 Gleichstrom-Sammelschienen und -Selbstschalter
- f_1 6 kV- und Gleichstrom-Schaltanlage
- g_1 6 kV-Ölschalter
- h_1 Kabelendverschlüsse
- i_1 Warte, erster Ausbau
- i_2 „ Erweiterung
- i_3 „ Meßgerätetafel der Stromerzeugergruppen
- i_4 „ Tafel für Überwachung der Turbinen- und Kesselanlagen
- i_5 „ Schalttafel für Kabelgruppen und Schnellregler
- i_6 „ Schaltpulte der Stromerzeugergruppen
- i_7 „ Tafel der Zähler und selbstschreibenden Meßgeräte
- k_1 Verbindungsbrücke mit Kanal für Meß- und Betätigungskabel
- l_1 Kanäle für 30 kV-Kabel
- n_1 Kanäle für Kühlwassereinlauf
- n_2 Lichthof

VII. 30 kV-Schalthaus

- o_1 Erstes Obergeschoß: Reaktanzen
- p_1 Zweites Obergeschoß: Ölschalter
- q_1 Drittes Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

VIII. Verwaltungsgebäude

Tröger: Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage

chenleistung des einzelnen Kessels. Außerdem läßt h die erforderliche Wärme einfacher und bequemer führen.

Die Staubfeuerung versprach daher der Rostfeueg gegenüber so viele Vorteile, daß ihre ausschließliche rwendung selbst auf die Gefahr eines Wagnisses hin echtfertigt war.

Im Großkraftwerk Klingenberg wird erstmalig mpf zum Trocknen von Steinkohle verwandt. Vorteile der Dampftrocknung vom betriebstechnien Standpunkt sind offenbar. Abgesehen von der Einheit und Bequemlichkeit der Handhabung und dem ingen Platzbedarf arbeitet sie mit günstigem Wärmebrauch, da Abdampf verwandt und etwa die Hälfte bei einem normalen Kraftmaschinenprozeß aus dem mpf gewinnbaren Energie in den Vorwärmturbinen zbar gemacht wird, bevor der Dampf in die Trockner angt.

Die Trockner konnten ohne Schwierigkeit für einen rchsatz von 25 t/h an Steinkohle bemessen werden; ein ockner reicht daher bei 20stündigem Betrieb für rd. 000 kWh täglich aus.

Anordnung des Werkes

Die Bezeichnung „Großkraftwerk" hat nur dann en Sinn, wenn Vergrößerung der Gesamtleistung und vollkommnung der Anlage einander bedingen und rch ihre Wechselbeziehung die Kosten der Stromerzeung angemessen verringert werden. Die unter diesem sichtspunkt für Großkraftwerke entwickelten Einrichgen haben allmählich zu Abmessungen geführt, die ht nur das einwandfreie Zusammenarbeiten der veriedenen Teile der Anlage miteinander, sondern so die Möglichkeit des Einzelbetriebs in Frage stellen, n die unmittelbare Bedienung beibehalten wird; die schinenhalle ist, obwohl nur mit drei Gruppen besetzt, m lang; die Kesselhöhe beträgt rd. 30 m; ähnlich hält es sich mit den übrigen Teilen der Anlage.

Der Bau eines Großkraftwerkes drängt auf der ganzen ie zu Automatisierung, Fernüberwachung und Fernrieb sämtlicher Bedienungs- und Anzeigevorrichtun und damit zur Verallgemeinerung des Verfahrens, das n für elektrische Schaltanlagen seit Jahren anwendet. Abneigung des Maschineningenieurs hiergegen, so echtigt sie im Einzelfall sein mag, muß überwunden rden. Erschwerend wirkt der Umstand, daß die Aufe in der Hauptsache nur mit elektrischen Mitteln bar ist und somit in ein dem Maschinenbau weniger trautes Gebiet übergreift. Zweifellos wäre das Großftwerk Klingenberg weniger gelungen, wenn dieser sichtspunkt nicht von vornherein und bewußt beim twurf Geltung gefunden hätte.

Die Erfahrungen im Schaltwerkbau haben gelehrt, der Fernantrieb die allgemeine Anordnung des Wers wesentlich verändert; die Rücksicht auf die unmittele Übersichtlichkeit der Gesamtanlage verliert an Betung; statt dessen werden schärfere Abgrenzung und nvollere Gruppierung der Teilbetriebe nach den besonen Aufgaben, die sie zu erfüllen haben, wichtig.

Von der Unterbringung von Teilen der Anlage in chlossenen Räumen und besonderen Gebäuden kann n unbedenklich Gebrauch machen, falls dadurch die ersichtlichkeit der betreffenden Teilbetriebe, die als erstes Gesetz gilt, erhöht wird. Die Bedienung erfolgt tels Fernsteuerung von zentral aufgestellten Tafeln. s Bestreben geht dahin, die Steuerung mehrerer Teilriebe auf einer gemeinsamen Tafel zusammenzufassen r wenigstens die Möglichkeit hierzu vorzusehen, falls n lieber schrittweise vorgehen will.

Für die Gesamtüberwachung der Teilbebe und für die Geschlossenheit des Handelns, insbendere in Störungsfällen. ist die Warte verantwortlich, die Haupttafel mit den zur Beurteilung der Betriebse nötigen Anzeige- und Schreibgeräte des ganzen aftwerkes aufgestellt wird. Die Warte, die bisher r die elektrische Schaltung bediente, erhält die Leitung s gesamten Werkes und damit eine wesentlich erhöhte deutung.

Das Großkraftwerk nähert sich mit dieser Entwicklung einer geschlossenen Maschine, deren Glieder zwangläufig ineinandergreifen und die nur von einer Stelle aus angelassen und bedient zu werden braucht, um ihren Zweck der Stromerzeugung zu erfüllen.

Nimmt man Abb. 1 und Tafel 7 und 8 zur Hand, so scheint auf den ersten Blick die Wasserfront ungenügend ausgenutzt. Das unmittelbar am Wasser gelegene und an sich ausreichende Grundstück südwestlich der Straße Rummelsburg-Köpenick hätte zweifellos die Anlagen für die Kühlwasserentnahme und die wasserseitige Anfuhr der Kohle verbilligt. Entscheidend für die Wahl des vom Wasser abgelegenen Grundstückes waren die größere Entwicklungsfreiheit und die Rücksichten auf das Landschaftsbild. Am andern Ufer der Spree liegen die alten Treptower Parkanlagen und bekannte Sommerwirtschaften, die als Erholungsstätten für den angrenzenden Teil Berlins wertvoll sind. (Vergl. das Bild S. 1833.)

Für die Kohlenanfuhr dient ein mit 1000 t-Kähnen befahrbarer Stichkanal, dessen Breite (40 m) das Anlegen der Schiffe an beiden Ufern gestattet und damit gleichzeitig den angrenzenden städtischen Gaswerken die Wasseranfuhr für ihre Kohlen ermöglicht.

Der längsseits des Kanals angeordnete Kohlenlagerplatz von $250 \times 120 = 30\,000\ m^2$ Flächeninhalt faßt bei 8 m Schütthöhe (im Winter) rd. 220 000 t Kohlen. Die Kohlenförderanlage besteht aus zwei fahrbaren Lagerplatzbrücken (s. das Bild S. 1833) Führerstandkatze und Greifer. Um unabhängig von dem jeweiligen Standort der Brücken jede Fördermöglichkeit (vom Kahn zum Lager und zur Mahlanlage, von der Eisenbahn zum Lager und zur Mahlanlage und vom Lager zur Mahlanlage) zu gewährleisten, schüttet man die Gebrauchskohlen in einen mit der Brücke verbundenen Hilfsbunker und entleert diesen in einen Kübelwagen von rd. 8 t Fassung, der unter die Aufzugvorrichtung der Kohlenmahlanlage gefahren wird.

Die Kohlenaufbereitung ist als Zentralanlage ausgeführt und in einem besonderen Gebäude untergebracht. Die Anlage umfaßt vier Felder mit einer gesamten Mahlleistung von rd. 100 t/h; jedes Feld besteht aus zwei Pendelmühlen von je 12 t/h Leistung, einem Kohlentrockner, einem Kohlenabscheider und den erforderlichen Hilfseinrichtungen. Der Staub wird in die am südöstlichen Gebäudeende gelegenen Hauptbunker befördert und von hier nach Bedarf in die Kesselbunker gepumpt.

Auch für die 30 kV-Schaltanlage ist ein besonderes Gebäude vorgesehen. Dieses liegt auf der andern Seite der Köpenicker Chaussee parallel zum Maschinenhaus und ergibt damit die günstigste Anordnung für die Verteilung der Felder und die Verbindungsleitungen zu den Maschinensätzen. Die Schaltanlage ist in vier Stockwerken angelegt und entsprechend der Zahl der Hauptmaschinen in drei Gruppen unterteilt, von denen jede Gruppe mit dem zugehörigen Maschinensatz für sich betrieben werden kann. In der Regel sind alle drei Gruppen zusammengeschaltet; durch Einbau von Sammelschienenreaktanzen ist dafür gesorgt, daß auch bei vollem Ausbau des Kraftwerkes die von einem Ölschalter zu bewältigende Kurzschlußleistung nicht über 600 000 kW steigt. Der erste Ausbau der Schaltanlage umfaßt 46 Felder, davon 12 (3 Doppel- und 6 Einfachfelder) für die Maschinen und zwei für die Sammelschienen. Eine Erweiterung um 13 Felder von genau gleicher Anordnung befindet sich im Bau.

Die Verbindung mit der Warte wird durch eine zweistöckige Brücke hergestellt; ihr unteres Geschoß enthält die zahlreichen Fernmelde- und Betätigungskabel. Die Starkstromkabel sind in begehbaren, die Straße unterquerenden Kanälen verlegt, und zwar so, daß zu jeder Maschinengruppe ein besonderer Kabelkanal gehört. Für die Verteilung der vielen ankommenden und abgehenden Hochspannungskabel, deren Zahl sich noch dadurch erhöhte, daß infolge der Phasentrennung der Schaltanlage innerhalb der Gebäude nur Einphasenkabel in Frage kommen, dient ein besonderes Kellergeschoß im 30 kV-Schalthaus.

Das eigentliche Kraftwerk, die Maschinen- und Kesselanlage ist in einem zusammenhängenden Häuserblock untergebracht und folgendermaßen gegliedert:

Maschinenhaus mit Maschinenhausvorbau parallel zur Köpenicker Chaussee,

Kesselanlage in zwei voneinander getrennten Kesselhäusern, deren Achsen senkrecht zum Maschinenhaus verlaufen,

Vorwärmhalle in dem von den Kesselhäusern gebildeten Zwischenraum ohne Trennwand zum Maschinenhaus.

Bei der Zweiteilung der Hauptmaschinen ergab das Maschinenhaus die günstigsten Raumabmessungen, indem man die Turbinenhälften parallel nebeneinander und in der Längsrichtung der Maschinenhalle aufstellte. Die lichte Breite der Halle von 25 m weicht nur unwesentlich ab von dem für wesentlich kleinere Sätze üblichen Maß. Die Maschinenlänge beträgt rd. 23 m, die für jeden Satz aufgewandte mittlere Maschinenhauslänge einschließlich der Bedienungsgänge, Montageöffnungen und Stromschienenausführung rd. 43 m.

Die Länge der Maschinenhalle (ausschließlich Aufstellraum) entspricht genau der Gesamtbreite der beiden Kesselhäuser und der Vorwärmhalle, so daß beide Gebäude miteinander abschneiden. Das trifft auch für den vollen Ausbau zu. Um eine bequeme Führung der Frischdampfleitungen und Stromschienen zu erzielen und die Bedienung zu vereinfachen, hat man die Maschinen so angeordnet, daß jeweils die Turbinen und Stromerzeuger von zwei Maschinensätzen zusammenliegen.

Kondensatorkeller, Pump- und Siebrechenanlage, Rohrkeller der Vorwärmhalle und Aschenkeller haben die gleiche Fußbodenhöhe; sie schneidet mit dem Gelände ab. Für die Unterbringung der blanken Stromschienen, der Stromwandler und Regler ist unmittelbar unterhalb des Maschinenhaus-Fußbodens ein geschlossener, begehbarer Raum abgeteilt, der nur etwa bis zur Hälfte in den 7,7 m hohen Kondensatorkeller hinabreicht und daher dessen freie Bodenfläche in keiner Weise einschränkt. Das schwerste Krangewicht (Magnetrad) beträgt etwa 60 t. Es sind zwei Krane von je 40 t Hubkraft vorhanden, die in der Regel getrennt arbeiten und bei Bedarf mechanisch und elektrisch gekuppelt werden können.

Der stirnseitig um drei Binderfelder verlängerte Teil der Maschinenhalle mit Zufuhrgleis dient zur Anfuhr und Aufstellung der Maschinen. Bei Erweiterung der Anlage wird die für diesen Zweck besonders leicht ausgebildete Stirnwand nach Bedarf versetzt und das Gleis gekürzt, so daß der Betrieb keine Störung erfährt.

Der obere Teil der nach der Straße zu (Südwestrichtung) gelegenen Längswand des Maschinenhauses ist auf der ganzen Länge mit Fenstern ausgestattet, deren Unterkante über dem Dach der Vorbauten abschneidet. Infolgedessen wird eine reichliche und gut verteilte Tagesbeleuchtung der Maschinenhalle erzielt.

Die Unterbringung der Kesselanlage in zwei getrennten, senkrecht zum Maschinenhaus stehenden Gebäuden erhöht die Übersicht und Betriebsicherheit. Die Zuführung von Licht und Luft wird erleichtert. Abgesehen von der freien Stirnwand behält jedes Kesselhaus selbst nach der Erweiterung eine ganze Längswand als Außenfläche. Das Dach der Vorwärmanlage reicht etwa bis zu ¾ der Kesselhaushöhe, so daß auch ein guter Teil der zweiten Längswand zur Beleuchtung und Belüftung ausgenutzt wird. Die Einzelbauweise erleichtert die Anpassung bei Erweiterungen, was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn infolge technischer Fortschritte im Kesselbau Änderungen der Gesamtanordnung erforderlich werden.

Die Kessel sind in zwei Reihen zu je vieren aufgestellt, der Bedienungsgang liegt in der Mitte. Kesselgerüst und Gebäude bilden eine zusammenhängende Konstruktion. Infolge Verzicht auf gemauerte Kesselunterstützung ergibt der Aschenkeller beispiellos günstige Verhältnisse für Licht, Luft und Bewegungsfreiheit.

Zu jedem Kessel gehört ein Kohlenstaubbunker von 65 t Inhalt, der dem achtstündigen Bedarf entspricht; das Füllen wird von der Haupttafel im Staubpumpenraum der Kohlenmahlanlage geregelt, wo Fernmeldeeinri[...]tungen den jeweiligen Stand des Bunkerinhaltes anzei[...]

Je vier Kessel bilden eine Betriebsgruppe; jeder [...]sel hat eine eigene Betätigungstafel, Abb. 20, Textbl[...] von der aus sämtliche Motoren und Züge bedient wer[...] Neben der elektrischen Fernsteuerung ist für den No[...] unmittelbare Handregelung eingerichtet. Die zugehör[...] Tafeln sind im Mittelgang der Hauptbedienungsbühne [...]gestellt, so daß ein Wärter vier Kessel bedienen kann. [...] von der Hauptwarte gesteuertes Anzeigegerät gibt [...] Leistung an, mit der die einzelnen Kessel jeweils zu[...] treiben sind.

Der dem Maschinenhaus auf seiner ganzen Lä[...] vorgelagerte Anbau, der sogenannte Vorbau, um[...] eine Anzahl kleinerer aber für den Kraftwerkbet[...] wichtiger Teilanlagen, die bei der bisherigen Bauw[...] vielfach regellos zwischen den größeren Teilen verst[...] wurden, wo gerade ein Platz frei war.

Die wichtigern davon sind:

a) Kühlwasser-Reinigungsanlage,
b) Kühlwasser-Pumpenanlage,
c) Transformatoren mit Ölrückkühlanlage,
d) 6 kV-Schaltanlage,
e) Gleichstrom-Schaltanlage,
f) Gleichstrom-Umformerraum mit Hauptverteil[...] für den Eigenbedarf,
g) Notbeleuchtungs- und Betätigungsbatterie,
h) Kabelgeschoß zur Entwicklung der ins Kraftw[...] führenden Eigenbedarfs- und Fernmeldekabel,
i) Warte.

Der Lage und Wirkungsweise nach ist der Vor[...] mit seinen Einrichtungen dem Kopf und Rückgrat [...] menschlichen Körpers zu vergleichen. Alle aufgef[...]ten Teile sind in getrennten, zumeist abgeschlosse[...] Räumen untergebracht, die nach Möglichkeit so a[...]ordnet sind, daß die natürliche Betriebsfolge eingeha[...] und damit gleichzeitig der kürzeste Weg für Beaufs[...]tigung und Leitungen erzielt wird.

Das Erdgeschoß, dessen Fußboden- und Deckenhö[...] mit denen des Kondensatorkellers übereinstimmen, ent[...] die Einrichtungen a) bis c); entsprechend der Aufstell[...] der Hauptmaschinen sind die Räume hierfür parallel [...] Maschinenhausachse in folgender Reihenfolge angeordn[...] Transformatorgruppe I gegenüber Stromerzeuger I, K[...]wasser-, Sieb-, Reinigungs- und Pumpenraum I und II [...]genüber Turbine I und II; Transformatorengruppe II [...] III gegenüber Stromerzeuger II und III usf. Jede Tra[...]formatorengruppe umfaßt entsprechend der zugehöri[...] Maschinengruppe zwei 44 000 kVA-Transformatoren [...] einen 12 500 kVA-Transformator.

Diese Gliederung ist an Einfachheit und Zweckmä[...]keit kaum zu übertreffen. Gleichzeitig ergab sich da[...] der Vorteil, daß die Rückkühlanlagen der Transformato[...] und Stromerzeuger an die Kondensatorkühlung angeschl[...]sen werden konnten und man infolgedessen hierfür ke[...] besonderen Pumpen aufzustellen brauchte.

Alle sonstigen Einrichtungen der Vorbauten — [...]handelt sich hierbei nur um elektrische Anlagen — s[...] in den oberen Geschossen untergebracht. Das er[...] niedrige Geschoß (rd. 2,50 m Höhe und 1750 m² Gru[...]fläche) dient als Kabelboden für die darüber liegen[...] Schalt-, Umformer- und Betätigungsräume.

Die Warte liegt am Nordende des Vorbaues und da[...] nach Vollendung des zweiten Ausbaues zentral zur Masc[...]nenhalle; sie ist gegen das Maschinenhaus vollkommen [...]geschlossen, jedoch von diesem aus über eine bequeme, [...] Maschinenhaus vorspringende Treppe leicht erreichbar.

Die Schaltanlagen für Gleichstrom und 6 kV sind [...] zwei Geschossen untergebracht; die Ölschalter und Samm[...]schienen liegen nach der Straße zu.

Die acht Umformer zur Erzeugung von Gleichstr[...] mit einer Gesamtleistung von 4300 kW sind in dem an [...] Maschinenhalle angrenzenden Teil des Vorbaues unter[...]bracht. Der Umformerraum ist gegen die Maschinenha[...] offen.

An der Rückwand, parallel zur Maschinenhausach[...] steht die Verteiltafel für den Eigenbedarf des Kra[...]werkes. Da die Umformer selbst einen Teil der Eig[...]

ıchsanlage bilden, so umfaßt die Tafel die lstrom- und die Gleichstromverteilung.
Bedienung der Vorbaueinrichtungen beschränkt ıf Warte- und Verteiltafel im Umformerraum. b- und Pumpenanlage werden mit den Anlagen des satorkellers zusammen bedient; sie haben auch ge ne Verteil- und Schalttafeln, die in den Pumnen aufgestellt sind.
rch Überdachung des 63 m langen und 25 m breiten zwischen den beiden Kesselhäusern wurde eine m Hauptmaschinenraum offene und dazu senkrecht geräumige Halle geschaffen; darin sind sämtliche r Anlage vereinigt, die unmittelbar oder mittelbar orwärmung und Aufbereitung des lspeisewassers gehören.
Raum ist parallel zur Längsachse wiederum in n entsprechend den Hauptmaschinen, also dreifach lt; jede Gruppe umfaßt eine Vorwärmturbine, zwei ch angetriebene Speisepumpen und eine Vorwärm- mit Wasseraufbereitung. Die Aufbereitanlage on einer Tafel bedient mit Fernanzeigern für aturen, Spannungen, Wasserstände, Leistung er verschiedenen Teile der Vorwärmanlage. Sie it den beiden Verteiltafeln für die Motoren eine quer lle gelegene Trennwand, die zwanglos die Vorwärm- in den Maschinenraum (Turbinen und Speisepumnd die eigentliche Vorwärmung aufteilt.
r geräumige Keller der Vorwärmmaschinenhalle außer der Kühlanlage, den Reglern, Endveren usw. für die 12 500 kVA-Stromerzeuger, beson-Kammern, in denen die 6 kV-Anlaßschalter und ransformatoren für die darüber liegenden Antoren der Speisepumpen aufgestellt sind. Darinaus ist hinreichend Platz vorhanden, um die chen Rohrverbindungen in übersichtlicher Weise ıbringen.
s am Südende der Vorbauten unmittelbar an der gelegene zehnstöckige Hochhaus enthält die Geäume für die Kraftwerke-Oberleitung der BEWAG, hlfahrtseinrichtungen für die Arbeiter, einen Vorl, Fernsprechvermittlung usw. Im obersten, 36 m egenden Geschoß sind drei Behälter von je 75 m³ für das Gebrauchswasser des Kraftwerks aufgestellt, r Werkstatt und Lager ist am Nordende des Grund- ein besonderes Gebäude von 1826 m² Grundfläche t. Außerdem ist ein Lagerplatz von rd. 600 m² im mit Gleisanschluß vorhanden. Ein Nebenraum des bäudes enthält die Ölaufbereitanlage, in der samte Öl für das Kraftwerk gereinigt und ge- t wird; sie ist mit den Turbinen, Transformatoren schalteranlagen durch mehrere Rohrleitungen für nd Schmutzöl verbunden, so daß jede Behandlung s unmittelbar an der Gebrauchstelle fortfällt.
merkenswert sind die Schutzmaßnahmen gegen r- und Rauchgefahr, die im Einvernehmen Sachverständigen der städtischen Feuerwehr aus- und erprobt wurden. Die Stromerzeuger und Transren sind an eine gemeinsame Kohlensäure-Löschein- angeschlossen, die zwei Behälter von je 500 l mit r Kohlensäure enthält. Das Ablaßventil wird von fferentialschutz der Stromerzeuger betätigt.
r alle übrigen Räume, in denen Öl zu Schaltzwecken dt wird, sind fahrbare Löscheinrichtungen mit Kohlensäurebehältern vorhanden, die, wie durch ne festgestellt wurde, selbst größere Kammerbrände zer Zeit löschen können.
sondere Sorgfalt ist auf die örtliche Beschränkung inden und der damit verbundenen Rauchentwicklung dt worden. In der 30 kV-Schaltanlage haben die terkammern jedes einzelnen Feldes zwei eiserne von denen immer eine frei in einen gut gelüfteten ıufschlagen kann. Dieser Gang ist durch feuer-Zwischenwände so abgeteilt, daß im äußersten ur ein Viertel der Gesamtlänge von der Verng betroffen wird.
ähnlicher Weise sind alle Kabel- und Rohrkanäle lie Kabelgeschosse, durch die der Rauch unter Um- in die entferntesten Räume fortgeleitet werden könnte, durch feuerfeste Schotten mit leicht beweglichen Türen in rauchsichere Abschnitte aufgeteilt.

Zum Schutz der Mannschaft gegen Rohrbruch an den Speise- und Frischdampf-Leitungen dienen an den verschiedenen Ausgängen der Kesselhäuser angebrachte Tafeln mit Druckknöpfen, durch die der Schnellschluß der mittels Motors oder Fallgewichtes bewegten Hauptschieber ausgelöst wird. Diese Steuerknöpfe sind in Leitungspläne auf den Tafeln eingelassen, so daß auch ein Uneingeweihter leicht erkennt, welche Schieber und Leitungsstränge mittels eines bestimmten Knopfes abgeriegelt werden.

Schlußbetrachtung

Als ein besonderes Merkmal des Großkraftwerks Klingenberg ist die bis in die kleinsten Teile durchgeführte Einheitlichkeit und Planmäßigkeit der Anlage allgemein anerkannt worden; vereinzelt wurde bei Besichtigungen die Frage aufgeworfen, ob diese Überlegenheit gegenüber andern Anlagen nicht durch erhöhten Platzverbrauch erkauft worden sei und sich daher in den Anlagekosten auswirken müsse.

Die im Schlußaufsatz mitgeteilten wirklichen Kosten der einzelnen Teile der Anlage und des vollständigen Werkes sind jedoch, soweit bekannt, nicht höher als bei irgendeiner vergleichbaren Anlage des In- oder Auslandes. Dagegen scheint der Eindruck vom übermäßigen Platzbedarf der Anlage zunächst berechtigt. Abgesehen von der 30 kV-Schaltanlage, bei der möglicherweise an Raum gespart worden wäre, wenn man sich mit der Sicherheit begnügt hätte, die bei der üblichen Nebeneinanderstellung der Ölschalter erreicht wird, ergibt der Vergleich mit einer Reihe bekannter Großkraftwerke jedoch, daß die Abmessungen des Großkraftwerkes Klingenberg geringer sind.

Das dürfte wie folgt zu erklären sein: Zwei Räume von gleicher Größe und mit den gleichen Einbauten scheinen verschieden groß, je nachdem ob man die Einbauten mehr oder weniger sorgfältig verteilt; der sorgfältiger eingerichtete Raum wirkt größer und daher im Platzverbrauch verschwenderischer. Auf das Großkraftwerk Klingenberg übertragen, bedeutet diese Beobachtung eine weitere Bestätigung dafür, daß der Weg der übersichtlichen Gliederung der Anlage nicht ohne Erfolg beschritten worden ist.

Nach dem heutigen Stande der Technik kann man in großen Zügen folgende Richtlinien für den Bau von Kraftwerken ziehen:

Die verstärkte Zusammenfassung der Stromversorgung gestattet, die Maschinen- und die Kesseleinheiten in gleichem Maße zu vergrößern. Das ist jedoch nur dann zu rechtfertigen, wenn außer der höheren Wirtschaftlichkeit des Werkes die Sicherheit in der Bedienung gewahrt bleibt. Infolge der größeren Abmessungen ist diese Bedingung nur bei erhöhtem Gebrauch von Fern- und Hilfsantrieben und unter der Voraussetzung erfüllbar, daß auf planmäßige Anordnung und Konstruktion dieser Teile besondre Sorgfalt verwandt wird. Dies führt zu grundsätzlichen Änderungen in der allgemeinen Anordnung des Kraftwerkes: Die räumliche Übersichtlichkeit der Gesamtanlage verliert an Bedeutung; sie wird ersetzt durch eine strengere Gliederung und planvollere Durchbildung der Teilbetriebe; die unmittelbare Bedienung wird eingeschränkt zugunsten der Automatisierung und Steuerung von Haupttafeln aus.

Die Größe der Maschinensätze beschleunigt die Entwicklung des Kraftwerkes zu einer geschlossenen Maschineneinheit; ihre Vollendung ist aber wie bei der Einzelmaschine nur dann zu erreichen, wenn eine Hauptstelle vorhanden ist, die Aufbau, Wirkungsweise und Zusammenarbeit sämtlicher Teile von den Bauarbeiten bis zu den feinsten Meßgeräten übersieht, und wenn dieser Stelle die erforderlichen Fachabteilungen zur Seite stehen, deren einwandfreie Zusammenarbeit durch Herkommen erprobt ist.

Den Vorsprung, den Deutschland im Kraftwerkbau mit dem Großkraftwerk Klingenberg gewonnen hat, verdankt es zu einem wesentlichen Teil dem Umstand, daß es zum Unterschied von anderen Ländern über derartige Organisationen verfügt. [B 682]

Abb. 7
Aufstellung der Eisenkonstruktionen des Kesselhauses B

Zu Abb. 8

a Mittelsäule im Erdgeschoß
b desgl. im Hauptgeschoß
c Rahmenriegel in der Längsrichtung des Gebäudes
d einhüftiger Rahmenunterzug
e Trägerrost zur Aufnahme des Mauerwerkes der Kesselfeuerung

Abb. 8 Einzelheiten der Eisenkonstruktionen des Kesselhauses, Hauptsäulen am Mittelgang

Zu Abb. 11

Im Vordergrunde Fundamentplatte der Turbine 1 mit Anschlußeisen des aufgehenden Fundamentes

Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg

Von *R. Laube*, *Berlin*

(Hierzu Textblatt 33)

e, die der gewählten Bauweise zugrunde liegen, Konstruktions- und Rechnungsgrundlagen. Beschreibung der ausgeführten Bauwerke

Wahl der Bauweise

: Rücksicht auf die Größe des Großkraftwerkes
Klingenberg, die Neuerungen in maschinen-,
wärme- und elektrotechnischer Hinsicht, die
hkeit des Bauwerkes und die Kürze der zur Ver-
tehenden Bauzeit wurden bei der Inangriffnahme
würfe folgende Grundsätze aufgestellt:

enbeton soll nur für die Fundamente und Tief-
ıten Verwendung finden, allenfalls noch für
le der Anlage, für deren Ausführung genügend
t zur Verfügung steht;

Diese Ansicht des Werkes zeigt von links nach rechts im Sinne des Energiestromes Kohlenmahlanlage, Kessel-, Maschinenhaus nebst Vorbau und Schalthaus

e Hochbautragwerke der Gebäude, die für die
ıfstellung der Maschinen, Kessel usw. rechtzeitig
r Verfügung stehen müssen, werden aus Eisen
rgestellt;

e Gebäude werden, auch wenn sie aneinander-
ßen, unabhängig voneinander durchgebildet;

e Entwürfe für jedes einzelne Gebäude sollen
durchgebildet werden, daß Änderungen während
r Bearbeitung der Pläne und während der Bau-
it sowie bei späteren Erweiterungen und Um-
uten möglich sind;

e statischen Grundsätze sind so zu wählen, daß
e Bauwerke einfach werden und einen schnellen
d unabhängigen Einbau der Ausrüstung ge-
ıtten.

r die Gestaltung der Tragwerke[1]) kamen in
Linie Vollwandträger in Frage, weil Fachwerke
Größe der aufzunehmenden Gewichte, abgesehen
r Rücksicht auf geringe Bauhöhe und sonstige
le, wie schwierige Reinhaltung und schwierigen
trich, nicht wirtschaftlich gewesen wären. Voll-
äger boten weiter den Vorteil, daß man Lasten
r Stelle aufhängen kann, während bei Gitterwerk
e Knotenpunkte in Frage kommen.

[1]) ie Statik hat das Ingenieurbureau V. Kuhn und Dipl.-Ing.
haim bearbeitet.

Der Baugrund besteht aus Sand und Kies von verschiedenen Korngrößen; die Schichten verlaufen ziemlich regelmäßig. Das Gelände liegt nahezu eben auf + 34,80 über NN. Der Grundwasserspiegel liegt 2,5 m tiefer auf + 32,30 und kommuniziert mit der Spree. Der Baugrund wurde bei gleichmäßig verteilter Last bis auf 3 kg/cm² belastet. Bei exzentrischer Last beträgt der Kantendruck bis zu 4 kg/cm².

In jedem Kesselhaus, s. Taf. 7 und 8 und Abb. 1, sind die 8 Kessel in den Seitenschiffen der 12,5 m breiten Binderfelder untergebracht. Je 2 Kessel haben einen gemeinsamen Schornstein, dessen Fuß in rd. 31 m Höhe liegt. Die Schornsteine stehen vollständig frei ohne jede Abspannung auf je zwei kleinen Rahmenböcken, die auf den obersten Gebäuderahmen über dem Dach ruhen, und bestehen aus zylindrischen Blechmänteln von 3,9 m Dmr. ohne Ausmauerung.

Die Bunker für Staubkohle liegen ebenfalls in den 12,5 m-Feldern und sind an Koppelträgern *b*, Abb. 1, aufgehängt, die sich auf die ins Mittelschiff auskragenden Konsolen der obersten Rahmen stützen. Die Kessellasten sind aufgeteilt; die Gewichte der Kesselgerüste, Ausmauerungen und Feuerungen lasten auf je vier Unterzügen *d*, Abb. 1, in der Höhe + 5,80. Sie betragen rd. 2070 t für jedes Binderfeld. Der Zweck dieser Anordnung der Kesselunterzüge war, das unterste Geschoß frei von Stützen zu erhalten und so einen hellen und freien Aschenkeller zu gewinnen.

Die Bedienung der Kesselanlage und der Bunker erfolgt von Arbeitsbühnen aus, die in den Höhen + 5,8 m (Kesselhausflur), + 14,9 m (Brennerbühne) und + 19,65 m (Rohrleitungsbühne) über dem Aschenkellerflur angeordnet sind. Außerdem sind im Mittelschiff noch Bühnen auf + 22,90 m (Staubverteilung unter den Bunkern), + 31,20 m (Kohlenstaub-Verteilleitungen) und + 33,70 m (Bedienung der Staubfilter) vorhanden. Die Gesamtlast auf den Bühnen ist mit 1250 kg/m² angenommen worden.

Abb. 1
Kesselhaus-Querschnitt mit den Einzellasten für ein Binderpaar

a Kohlenstaubbunker *c* Aufhängung der Kesseltrommeln
b Koppelträger *d* Trägerrost für den Kessel
e Laufkatzenträger

Abb. 2
Kesselhaus-Querschnitt mit Dach-, Bühnen-
Windlasten für einen Binder

Abb. 3. Teil des Kesselhaus-Grundrisses mit eingetragenen Lasten.

a und *b* Dachkonstruktion *c* in Höhe + 19,65
d in Höhe + 5,80

Folgende Lasten entfallen bei jedem Binder auf die einzelnen Rahmenstockwerke:

Oberstes Stockwerk:

Kesseltrommeln	180 t
Schornsteine ohne Wind	60 t
Kraglast der Bunker	163 t
Laufkatzen (Abb. 2)	37 t
Dachlast	58 t

Dazu kommt der Anteil an der Windlast.

Mittleres Stockwerk:

Last vom oberen Rahmen, außerdem Bühnenlasten . . . 120 + 58 t und Windlasten.

Unteres Stockwerk:

Last vom mittleren Rahmen, außerdem Kesselunterzüge	750 t
Bühnenlast	137 t

und Windlasten.

Aus diesen Lasten ergibt sich bei ungünstigstem Zusammenwirken aller Fälle die in den Diagrammen Abb. 1 und 2 sowie im Grundrisse Abb. 3 dargestellte Lastverteilung. Abb. 4 bis 6 zeigen die Momente und Re der übereinander angeordneten Rahmen.

Abb. 7[2]) zeigt die Aufstellung des Eisengerü ein Kesselhaus, Abb. 8[2]) und 9 zeigen Einzelhe Trägerverbindungen und einen Stützenfuß der hausbinder.

Das statische System für die Aufnal senkrechten Lasten ist aus Abb. 1 erkennbar. Di obersten Geschosse werden durch Zweigelenkrah bildet, das untere Geschoß durch einen halben ko lichen Rahmen mit mehreren Pendelstützen. A Riegel des obersten Rahmens wirken sehr Lasten. Es wäre wirtschaftlicher gewesen, diese durch Zwischenstützen nach unten zu übertrage war diese Lösung nicht möglich, weil der In der beiden oberen Geschosse für die ungehinderte bildung der Kessel von Stützen freibleiben mußte.

Für die Aufnahme des Winddruckes quer bäuderichtung wird von der Verbindung der Schiffe durch den Koppelträger *b* in Abb. 1 kein G gemacht. Dadurch wird erreicht, daß jede Hä Kesselhauses für sich allein standsicher ist.

Die zulässigen Beanspruchunge Eisens (St. 37) wurden im Einvernehmen mit d behörde wie folgt festgesetzt: für den Fall, d Lasten wirken, jedoch ohne Rücksicht auf Wi Temperaturveränderungen $k = 1200$ kg/cm²; bei nung der beiden genannten Einflüsse und ungün Last $k = 1400$ kg/cm². Die Umfassungswände sin fachwerke und in den 4,4 m-Feldern vollständig in den 12,5 m-Feldern zum Teil verglast und z ausgemauert. Die Dächer sind im mittleren Auf Glas, über den Kesseln mit 10 cm dicken Hohlstei und in den übrigen Teilen als Zomakdecken ausge

Das Turbinenhaus, Tafel 7 und 8 sowie bis 14[3]) hat rechteckigen Grundriß von 25,6 und Seitenlänge. Die Halle besteht aus vollwandige gelenkrahmen in 8,88 m Teilung. Auf + 7,85 m kante Turbinenfundament) ist eine Decke vo Durch die ganze Halle laufen zwei Krane von Tragkraft, deren Bahnen auf Konsolen der Rahm liegen. An der Straßenseite hat das Turbinenha Vorbauten von je 21,8 × 33,3 m² Grundfläche. Im dieser Anbauten sind die Binder als zweifach unbestimmte Träger ausgebildet.

Das Verwaltungsgebäude, Abb. 15 u ist ein zehnstöckiges Hochhaus von 25,45 × 1

[2]) s. S. 1840.
[3]) s. S. 1840 u. Textbl 33.
[4]) s. S. 1844 u. Textbl. 33.

Abb. 4 bis 6
Momente und Auflagerdrücke der drei übereinander angeordneten Rahmen eines Kesselhausbinders

ndfläche und 41 m Höhe und ist als vier- und dreiiger Steifrahmen berechnet. Mit Rücksicht auf die blichen Mauerwerksmassen wurde der Berechnung die ahme zugrunde gelegt, daß die vollen Frontwände Treppenhäuser die Windkräfte aufnehmen, während Eisengerippe die lotrechten Lasten überträgt und stens mit 1200 kg/cm² beansprucht wird. Für den unstigen Fall, daß der Winddruck ganz vom Eisenist aufgenommen wird, hat die Rechnung ergeben,

Abb. 10
Querschnitt durch Turbinenhaus und Vorbau mit Lasten eines Binderfeldes

daß die Beanspruchung den in diesem Fall zulässigen Wert von 1600 kg/cm² nicht übersteigt.

Die Kohlenmahlanlage, Abb. 17 und 18[5]) besteht aus einem Hauptbau mit 52 × 17,7 m² und einem Anbau von 19 × 24,3 m² Grundfläche. An den Anbau schließt sich noch das Brecherhaus an. Im obersten Geschoß befinden sich die Fahrbahnen für zwei Einschienen-Greiferkatzen mit Führerstand, die je einen Klappkübel von 9,5 m³ Fassungsvermögen verfahren. In dem darunter befindlichen Geschoß hängen die von den Katzen beschickten Rohkohlenbunker, in jedem Feld ein Bunker von 350 m³ Inhalt. In den unteren Geschossen folgen die maschinellen Einrichtungen wie Trockentrommeln, Fördereinrichtungen usw. Die im obersten Geschoß am Dach angehängten Fahrbahnen der Kübelkatzen sind durch eine Brücke über den Anbau und die Brecheranlage hinweg bis ans Kohlenlager verlängert.

Die Tragkonstruktion wird in den beiden oberen Geschossen im Hauptschiff durch Zweigelenkrahmen, die der beiden unteren Geschosse durch dreistielige Rahmen gebildet. Die Tragkonstruktion der Bunker besteht aus eisernen Zweigelenk-Hängerahmen, zwischen denen Spanten aus I-Eisen eingebaut sind. Die Bunkerwände bestehen aus Eisenbeton und sind zwischen den Eisenträgern durch Stelzung eingespannt.

Die Hauptlasten für einen Binder betragen:

im obersten Stock:

Dachlast	60 t
zwei Greiferkatzen mit Nutzlast .	70 t
Bühnenlast	rd. 10 t

[5]) s. Textbl. 33.

Abb. 9
Stützenfuß eines Kesselhausbinders

Abb. 13
Stützenfuß eines Turbinenhausbinders

Abb. 15
Querschnitt durch das Verwaltungsgebäude mit Deckenlasten

Abb. 17
Querschnitt durch die Kohlenmahlanlage mit eingetragenen Lasten

im dritten Stock:

Auflast	140 t
Bunker mit Nutzlast. 120 + 315 =	435 t
Bühnen und Wandlasten . . .	82 t
Staub- und Luftschacht	16 t,

im ersten und zweiten Stock:

Auflast	673 t
Trockentrommeln	60 t
Bühnenlasten	617 t
Dach- und Wandlasten	60 t
Staub- und Luftschacht	90 t.

Die größten Drücke in den Stielen betragen 310, 730 und 700 t einschließlich Winddruck. Der Wind auf die Giebelseiten wird von den in drei Reihen hintereinander angeordneten Längsportalen aufgenommen. Die Laufkatzenbrücke ist ein Fachwerkbalken auf zwei Stützen mit Kragarm. Ihre Stützweite beträgt 36,50 m, der Kragarm ist 25,46 m lang. Das eine Auflager wird durch den Endrahmen des Hauptbaues gebildet, das andere ist ein eingespannter Portal-Fachwerkrahmen.

Im Anbau sind die Kohlenstaubbunker als Zweigelenkrahmen angehängt. Alle Bühnen sind als einfache Trägerkonstruktion ausgeführt. Abb. 18 zeigt die Aufstellung der Eisenkonstruktionen.

Ausführung der einzelnen Bauarbeiten

Alle Tiefbauten und Gründungen konnten infolge der einheitlichen Wasserspiegelsenkung in trockner Baugrube ausgeführt werden, wobei außerdem Platz gespart und Bewegungsfreiheit gewonnen wurde. Der Vorbau des Maschinenhauses hat in seinem größten Teil wegen der Zu- und Abflußkanäle für Kühlwasser sowie wegen der Reinigungseinrichtung ein sehr hohes Kellergeschoß erhalten, Abb. 19, das infolge der notwendigen Aufteilung und der gleichzeitigen Benutzung als Fundament für den aufgehenden Bau ein nicht ganz einfacher Eisenbetonbau wurde.

Die Bauten für die Kühlwasserversorgu… Abb. 20, wurden in Eisenbeton hergestellt und wie f… entworfen und ausgeführt: Der Kühlwasserbedarf bet… für den ersten Ausbau 14 m³/s, für den vollen Aus… 28 m³/s. Der einfache Kanal hat drei Teile von… 2,50 × 2,25 m² Querschnitt. Die Sohle liegt auf + 30,00… 30,20 m über NN. Die Wassergeschwindigkeit im Einl… kanal beträgt bei voller Leistung des Kraftwerkes 1… der Gefällverlust 10 cm. Für den Auslaufkanal wäre…

Abb. 19
Kellergeschoß des Turbinenhausvorbaues mit Wasse… führung, Schiebern, Rechen und Sieben

a Einlaufkanäle
b Absperrschieber
c Feinrechen mit umlaufenden Bürsten
d umlaufende Siebe
e Umläufe
f Saugschächte
g Rohrleitungskeller
h Ausgüsse zu dem tiefer liegenden Auslaufkana…

Geschwindigkeit der Querschnitt unverhältnismäßig geworden. Der Kanal wurde deshalb mit den Querten, Sohlenhöhen und Geschwindigkeiten nach Zahel 1 und Abb. 20 ausgeführt.

ie Einlaßöffnung des Zulaufkanals wurde 60 m und ıslauföffnung 32 m breit angelegt. Dementsprechend :ern sich die Querschnitte dieser Öffnungen; die bei Ausbau des Werkes auftretenden Wassergeschwin- :en betragen beim Einlauf 0,2 m/s, beim Auslauf 0,4 m/s. ie Bemessung der Größe, die Gestaltung der Öffnunınd der zugehörigen Leitbauwerke erfolgte nach zahlreichen Modellversuchen, die in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffahrt, Berlin, ausgeführt worden sind[6]).

Abb. 20
Plan der Kühlwasserversorgung
a Zulaufkanal *b* Zulaufkanal für Erweiterung *c* Auslaufkanal

Abb. 21
Hauptturbinenfundament. Grundriß.
a Luftrückkühler *b* Rohrleitungskanal *c* Kabelkanäle

Abb. 22
Hauptturbinenfundament. Luftrückkühlung des Generators. Schnitt A—B in doppeltem Maßstab von Abb. 21.

Abb. 25
Fertiges Fundament der Haupttürbine 1

Zahlentafel 1

Teil	Querschnitt m²	Sohlenhöhe m	Geschwindigkeit m/s
I	5,10 × 1,80	+ 30,50	0,55
II	5,10 × 2,80	+ 29,60	2,11
III	2 (3,75 × 2,04)	+ 30,36	2,11
IV	2 (3,75 × 2,20)	+ 30,20	1,82
V	16 × 2,40	+ 30,00	0,78
VI	7 (2,24 × 2,40)	+ 30,00	0,80

Turbinenfundamente

Die Fundamente der drei großen Turbinen, Abb. 21 bis 23, sind in Eisenbeton ausgeführt. Um Sicherheit gegen schädliche Schwingungen und Senkungen der Turbinenfundamente zu erreichen, ist unterhalb der Fundamentplatte jeder Haupttürbine ein Rost aus 250 Pfählen von je 10 m Länge auf einer Fläche von 28 × 19 m² hergestellt, Abb. 24[7]).

Hierfür wurden Betonpfähle der Bauart Mast gewählt, bei denen eine dünne Eisenblechhülse mit einer besonderen, mit Holz ausgekleideten Spitze mittels einer aufgesetzten Rammjungfer eingeschlagen wird. Die Hülse ist dabei vor den Rammschlägen geschützt. Nach dem Rammen wurde in jede Hülse eine verschnürte Eisenbewehrung eingebracht, und die Hülse mit Beton ausgegossen.

Das Tragwerk jedes Turbinenstuhles besteht aus Eisenbetonrahmen quer zur Wellenachse, Abb. 25. Die Rahmen sind auf Biegung und Achsschub durchgerechnet.

[6]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1195. [7]) s. Textbl. 33.

Abb. 23
Hauptturbinenfundament. Luftrückkühlung des Stromerzeugers. Schnitt C—D in doppeltem Maßstab von Abb. 21.

Mehrere zwei- oder dreistielige, oben geschlossene und unten in die Fundamentplatte eingespannte Steifrahmen bilden ein Fundament. Etwaigen Schwingungen der Turbinen ist dadurch Rechnung getragen, daß die fünffachen Maschinengewichte angenommen wurden; außerdem wurde das Kurzschlußmoment, das nach allen Richtungen wirken kann, berücksichtigt.

Die Beanspruchung der Baustoffe wurde mit 50 kg/cm² für Beton und 1200 kg/cm² für Eisen festgesetzt.

Abb. 26
Oberlichtaufbau des Kesselhauses mit Entlüftung

a Kohlenstaubzuführung
b Achtwege-Schieber
c Kohlenstaubleitung zum Kesselbunker
d Entlüftung des Kesselhauses
e Entlüftung des Verteilraumes
f Rostabdeckung
g Explosionsschlot

Abb. 27
Aufstellgerüst am Kopfe der Kesselhäuser
a Laufkatze für 25 t Tragkraft

Jede der drei Hausturbinen von je 10 000 k stung ruht ebenfalls auf einem Pfahlrost von 73 n Fundamente wurden nach denselben Richtlinien der Haupttturbinen ausgeführt.

Hochbauten

Bei den Gebäuden aus Eisenkonstruktion liegt z tragenden Steifrahmen Eisenfachwerk. Die Mau stehen aus einer inneren 13 cm dicken Wand aus mauersteinen und einer davon durch eine Luftsch trennten Wand aus hochkantigen Klinkern (Prüf

Die Zwischendecken im Kesselhause sind m nahme derjenigen über dem Aschenkeller, die au zwischen I-Trägern gestampft ist, aus Tezett-Rost gestellt, so daß sie weder die Beleuchtung noch die L behindern. Auch die Kohlenmahlanlage und ein T Vorwärmanlage hat Decken aus Tezettrosten, sov nicht aus konstruktiven Gründen oder damit kein oder dergleichen durchfällt, voll sein mußten.

Zur Beleuchtung der Kesselhäuser diene Fenster in den Umfassungswänden und der sattel Oberlichtaufbau über dem Mittelgang, Abb. 26, de Jalousien für die Entlüftung der Gebäude enthält.

Für Einbau und Auswechseln schwerer Teile Kesselhaus an der Dachkonstruktion Laufkatze angebracht. In allen Decken sind Öffnungen unterei freigelassen, damit man schwere Teile von oben den Keller herablassen kann, um sie von dort au trokarren zur Werkstatt zu befördern. An der K jedes Kesselhauses ist im Freien ein Gerüst mit La Abb. 27, zum Verladen der schweren Kesseltr aufgestellt; diese konnten unmittelbar vom Gl gehoben und auf der Bühne + 5,80 m auf einem figen Gleis bis zur Einbaustelle gefahren werden

Für Ausbesserungen oder für das Auswechse über dem Dach befindlichen Saugzuggebläse und Motoren ist an jedem Schornstein auf einem leicht rüst eine Katzenfahrbahn, Abb. 28, und in der Dac eine Öffnung vorhanden, durch die man Einzelteile den Keller herablassen kann.

Abb. 28
Laufkatzenbahn für die Aufstellung der Motoren Saugzuganlage auf dem Dache der Kesselhäuse

Abb. 29 a und
Laufkran de
Turbinenhauses
40 t Tragkra

as Maschinenhaus ist an der östlichen Giebel-
durch Galerien mit der Haupttreppe am Kesselhaus
nit den Personalstockwerken des Hochhauses ver-
n. Sowohl nach der Vorwärmanlage wie nach
im Vorbau liegenden Umformerraume hin ist es
gelassen worden. Am Giebel des Erweiterungs-
sind drei Binderfelder als Montageraum, in den
leis hineinführt, freigelassen. Dort wurden die
nos gewickelt und die Kondensatoren mit Rohren
en.

wei Laufkrane von je 40 t Tragfähigkeit bestreichen
aschinenhaus in der ganzen Länge. Die Kranträger
len Steifrahmen des Gebäudes angepaßt, Abb. 29 a
, und als Vierendeel-Träger berechnet.

nter dem Umformerraum und unter der Warte liegen
verteilräume von geringerer Höhe, für die weit ge-
te Decken nötig waren. Ihre Trägerkonstruktionen
n beim Umformerraum von Prof. Hort auf
ngungen untersucht, und durch geringfügige Ände-
n war es möglich, unangenehme Schwingungserschei-
n auszuschalten.

ie Oberlichter über der Warte und dem Umformer-
liegen in der Dachfläche; sie sind als Prismenober-
in Betonrahmen mit darunterliegender Staubdecke
führt.

eim Gebäude der Kohlenmahlanlage, Abb. 30,
sich die Höhe von fast 40 m aus dem Wunsche, den
ler Kohle über den Bunker und die Trockentrommeln
n Mühlen und von hier zu dem Staubbunker mög-
zu vereinfachen. Ein Flachbau hätte nochmaliges
der Kohle erfordert, was bei den großen Mengen
die Anordnung weniger einfach und kostspieliger gemacht
hätte. Auch hier besteht das ganze Gebäude aus einem
Eisengerüst mit Fachwerkwänden wie beim Kesselhaus.
Drei Treppenhäuser, davon eines mit Personen- und
Lastenaufzug, vermitteln den Verkehr zwischen den
Stockwerken.

Die Bunker für Rohkohle, Abb. 31, sind aufgehängte
Fachwerkkörper mit Eisenbetonkappen. Die inneren
Gleitflächen für die Kohle sind durch Schmelzbasaltplatten
oder Duromitputz von 3 cm Dicke geschützt, weil bei leerem
Bunker die Kohlenkübelfüllung, d. s. rd. 9½ m³, aus be-
trächtlicher Höhe herabfällt und daher die Betonkappen
beschädigen könnte. Man hat zwei Arten der inneren
Wandbekleidung gewählt, um zu prüfen, welche sich besser
bewähren würde. Bis heute hat keine von ihnen Schä-
den gezeigt.

Die Entlüftungsschlote der Trockentrommeln, die mit
Elektrofiltern versehen sind, sind Schächte von 22 m
Höhe; sie sind ebenfalls in Eisen ausgeführt und mit
Prüßwand ausgemauert, sowie innen durch eine Kalorit-
schicht isoliert, die durch eine Klinkerschicht gegen Ver-
letzungen geschützt ist, Abb. 32.

Die Bunker für den fertig gemahlenen Kohlenstaub,
Abb. 33 und 34, bei denen mit einer hohen Temperatur
des Staubes gerechnet werden mußte, sind innen mit 7,5
und 5 cm dicken Kaloritsteinen isoliert und mit 2 cm dickem
Zementglattstrich gegen Schwitzwasserbildung versehen.
Zugleich wird dadurch das Mauerwerk vor unzulässigen
Erwärmungen bewahrt.

Abb. 30
Kohlenmahlanlage. Längsschnitt durch ein Binderfeld des Gebäudes

a Trockentrommel
b Mühlenbunker
c Mühle
d Ventilator
e Zyklon (Staubabscheider)
f Förderschnecken zum Staubbunker
g Elektrofilterschlot

Abb. 31
Rohkohlenbunker (Maße in cm)

a Verkleidung mit Duromitputz *b* Abzugförderband

Abb. 32
Teilzeichnung der Ausmauerung der Entlüftungsschlote (Maße in mm)

a Mauerwerk *b* Kaloritmauerwerk *c* Klinkermauerwerk

Abb. 33 und 34
Kohlenstaubbunker

a Staubstandanzeiger *b* Handlauf und *c* Fußlauf für die Besteigung *d* Einsteigöffnung mit Klappe

Die Fundamente der Kohlenstaubmühlen sind von den Gebäudefundamenten getrennt; jede Mühle ruht auf einem Block von 3 × 3m² Grundfläche und 4 m Höhe. Diese Blöcke haben sich in der ersten Zeit gesenkt, was die Verstärkung der Mühlenfundamente und schließlich auch die Hebung des Gebäudes notwendig machte[8]).

Im obersten Stockwerk des Verwaltungsgebäudes sind drei Wasserbehälter von je 75 m³ Inhalt aufgestellt. Das Hochhaus nimmt im Erdgeschoß außer dem Haupteingang die Geschäftsräume der Krankenkasse und die Unfallstelle auf. Die darauffolgenden drei Stockwerke enthalten die Umkleideräume mit Wascheinrichtungen und Badezellen für drei Schichten der Belegschaft, in den nächsten drei Stockwerken befinden sich die Räume der Betriebsleitung und der Betriebsingenieure, Abb. 35 bis 37. Abb. 38 zeigt die Außenansicht des Verwaltungsgebäudes. Über den Geschäftsräumen liegt ein Vortragsaal mit Betriebsmuseum für Unterrichtszwecke. Das oberste Geschoß enthält außer dem Raum für die Wasserbehälter einen kleinen Speiseraum.

Für jeden Mann ist ein doppelter Kleiderschrank für Arbeits- und saubere Kleidung vorhanden, daneben ein Waschbecken nach englischem Muster, das unteren Wasserzulauf und Überlauf hat, also stets gefüllt ist. Die Einrichtungen der Wasch-, Bade- und Aborträume sind im ganzen Hause bis zur Betriebsleitung gleich und lassen sich vor allem sehr leicht reinhalten.

Für den Verkehr im Gebäude ist außer einer Haupttreppe, die durch alle Stockwerke läuft, eine Nebentreppe vorhanden, die im sechsten Geschoß einen Notausgang auf das Maschinenhausdach hat. Außerdem sind ein Paternoster- sowie ein Schnellaufzug für Personen vorhanden. Eine besondere Feuerlöscheinrichtung ermöglicht, die Dampfspritze der Feuerwehr im Hof an eine feste Steigleitung anzuschließen. Die Warmwasserheizanlage wird mit Dampf aus dem Kesselhaus betrieben.

Das 30 kV-Schalthaus, Abb. 39, ist als das einzige der ganzen Anlage vollständig aus Mauerwerk auf Betongründung errichtet. Seine Stockwerke haben Eisenbetondecken zwischen Trägerlagen, das Dach hat eine Decke aus Bimsbeton zwischen I-Trägern, weil es die Aussteifung zwischen den Längswänden übernimmt. Die Bimsbetonplatten sollen die Bildung von Schwitzwasser an der Unterseite des Daches verhindern. Die Trennwände des Gebäudes sind durchweg massiv, nu Teilwände und Schürzen der Schaltanlage bestehen Duroplatten.

Die Brücke über die Köpenic Chaussee, Abb. 40, die die Warte mit dem 30 kV-Sc haus verbindet, ist als selbständiger Rahmen auf Stützen mit Endauslegern hergestellt, belastet also beiden Gebäude nicht. Auf den Blechrahmen stehen einfache Fachwerkwände mit leichten Dachbindern, ausgemauert und durch Isolierwände an der Inner gegen Feuchtigkeit geschützt sind.

Die Brücke nimmt im Untergeschoß die von der W zum Schalthaus führenden Betätigungskabel auf, wäh das Obergeschoß einen Laufgang für die Mannschaft hält. Die Kabel von den Transformatoren zur 30 Schaltanlage liegen unter der Köpenicker Chausse Kabelkanälen, die unter dem Grundwasserspiegel ständig abgedichtet sind und außer den Kabeln Laufgang in der Mitte enthalten.

Weiter erwies sich über Tage eine 50 m lange Br zwischen Kesselhaus und Mahlanlage als notwe Abb. 41, die möglichst einfach mit vollwandigen B trägern auf zwei Stützenpaaren hergestellt wurde un Untergeschoß alle elektrischen Leitungen, im Obonges die Kohlenstaub- und Dampfleitungen aufnimmt. Eisenfachwerk ist ausgemauert, Dach und Fußboden als Massivdecken hergestellt, und die Kanäle sind von u her zugänglich.

Erwähnt sei noch das Werkstatt- und Lag gebäude, Abb. 42; es besteht aus einem ausgemau Eisenfachwerkbau mit unterkellertem Vorbau und Laderampe. Auf der Rückseite ist eine Gleiseinfahrt den mittleren Lagerraum vorhanden. Die beiden Se flügel haben ebenso wie der Mittelbau Laufkrane für dort einzurichtenden Arbeitsplätze. Eine Dampflei vom Kesselhaus speist einen Lufterhitzer für diese H

Kohlenförderanlage

Für die Versorgung des Kraftwerkes mit Kohle men der Wasser- und der Bahnweg in Frage. Die richtungen hierfür sind: ein Stichkanal von der S an den Lagerplatz, eine Entladeeinrichtung für die Kol züge und eine Förderanlage für die Platz- und die kerbeschickung.

Der Stichkanal hat eine Länge von rd. 4 und eine Breite von 40 m und ist 5,50 m tief unter Gelä

[8]) AEG-Mitteilungen 1927 Heft 11.

Abb. 35
rwaltungsgebäude. Grundriß des 3. Obergeschosses.

a Raum für Kriegsbeschädigte
b Vorraum
c Aborte
d Wannenbäder
e Brausebäder
f Schnellaufzug
g Paternosteraufzug
h Umkleideräume
i Mannschaftsschränke
k Waschbecken

Abb. 36
rwaltungsgebäude. Grundriß des 5. Obergeschosses.

a Kontrollbureau
b Flur
c Bad
d Schränke
e Aborte
f Schnellaufzug
g Paternosteraufzug
h Telephonstelle
i Sekretärzimmer
k Vorplatz
l Warteraum
m Direktorzimmer
n Aktenaufzug

Abb. 37
Verwaltungsgebäude. Schnitt.

a Behälterraum
b Vortragsaal
c Betriebsleitung
d Mannschaftsräume
e Halle

Oberkante. Er wird von einer unter Wasser abgeschnittenen hölzernen Spundwand von 16 cm Dicke eingefaßt. Auf dieser Spundwand ruhen Futterwände aus Eisenbeton, die mit dem dahinterliegenden Erdreich verankert sind, Abb. 43. Längs des Kohlenplatzes sind diese Futtermauern an dem Fundament der Lagerplatzbrücke verankert.

Eine Straßenbrücke führt im Zuge der Köpenicker Chaussee über den Stichkanal, Abb. 44 und 45. Vor dem Bau der Brücke waren Verlegungen der im Straßenkörper liegenden Kabel, Wasser-, Abwasser- und Gasleitungen, sowie der Post-, Telegraphen-, Feuerwehr- und Polizeikabel und der Bau einer Notstraße notwendig, da der Verkehr nicht unterbrochen werden durfte.

Für die mit der Eisenbahn in 50 t-Großgüterwagen mit Seitenleerung angefahrene Kohle wurde eine besondere Schüttgrube, Abb. 46 und 47, geschaffen; diese mußte sehr flach sein, damit sie über dem Grundwasserspiegel blieb. Der Zug fährt auf das durch ein Betongerüst unterstützte Gleis, unter dem ein Gang für den die Klappen öffnenden Bedienungsmann vorhanden ist. Mittels eines Handgriffs wird bei jedem Wagen

Abb. 38
Verwaltungsgebäude

Abb. 39
30 kV-Schalthaus, Verbindungsbrücke über die Köpenicker Chaussee und Hochhaus

die Klappe gelöst, und der Inhalt fällt in die Gruben, deren Form den Kohlengreifern entspricht. Der Boden ist mit **I**-Trägern bewehrt, damit er von den Greifern nicht beschädigt wird.

Die Grube kann die 1000 t-Ladung eines aus 20 Wagen bestehenden Zuges aufnehmen, der doppelt so lang wie die Grube ist. An jeder Stelle werden also zwei Wagen nacheinander entleert. Nachdem der Zug abgefahren ist, nimmt die Kohlenlagerbrücke mit ihrem Greifer den Inhalt der Gruben bei 140 t/h Leistung in rd. 7 h auf.

Für die Ausbildung der V e r l a d e a n l a g e, Abb. 48 und 49, war grundlegend:

1. Unmittelbar an dem Stichkanal für Flußschiffe ist ein Kohlenlager von 300 m Länge und 119 m Breite, also von 135 000 t bei 5 m Schütthöhe, in Aussicht genommen, das aber durch Stapeln auf 6 m Höhe auf 160 000 t für die Wintermonate erhöht werden kann.
2. Es war angenommen, daß der doppelte Tagesbedarf des Großkraftwerkes in 2 × 8 h vom Schiff auf das Lager gefördert, und daß der halbe Tagesbedarf mit der Eisenbahn angefahren wird. Die größte Le… der Verladeanlage kam also für das Entlade… Schiffe in Betracht; inzwischen ist es möglic… worden, auch mit der Eisenbahn den ganzen … heranzubringen.
3. Die Förderung muß also möglich sein:
   a) vom Flußschiff zum Lagerplatz,
   b) vom Lager zur Mahlanlage,
   c) vom Schiff zur Mahlanlage,
   d) von der Eisenbahnwagen-Entladestelle zur … anlage.
4. Die ganze Anlage war so zu entwerfen, daß stets… Reserve vorhanden ist, wenn ein Teil der Ve… anlage gestört ist.
5. In der Regel wird Feinkohle gefördert; jedoc… eine Brechanlage vor der Mahlanlage anzuordne… den Fall, daß keine Feinkohle zu haben ist und S… kohle angefahren wird.
6. Die Anlage soll so einfach wie möglich und … übersichtlich sein.

Für die Entladung der Schiffe waren Selbstgreif… Aussicht genommen. Für die Eisenbahnwagen wollte … zunächst Kipper verwenden, während der Bauzeit … schied man sich aber für Großgüterwagen mit S… entladung, und die Reichsbahn hat jetzt zwei Züge v… 20 Wagen zu 50 t = 1000 t beschafft, die fahrplanm… zwischen Grube und Kraftwerk pendeln.

Vom Lagerplatz zur Mahlanlage wird die Kohle … dem Vorschlage der Demag mittels großer Kübel von 9… Inhalt befördert. Zum Entladen der Schiffe und Vert… der Kohle auf dem Lagerplatz dienen zwei Verladebrü… auf denen Zweischienenkatzen … 6 m/s Geschwindigkeit laufen. … Spannweite jeder Brücke be… 119 m; dazu kommt eine Ausla… von 26 m auf der Wasserseite und … Ausladung von 19 m auf der Lands… Die lichte Höhe der Brücke be… 16 m. Unter dem Ausleger der L… seite laufen parallel zur Brückenf… bahn zwei Standbahnen. Zum A… ger gehört ein Gerüst, an dem … über dem ersten oder zweiten … mit Hilfe der Selbstgreiferkatze e… Fülltrichter für die Kübel einhä… kann.

Der Wagen kann einen vollen … einen leeren Kübel aufnehmen. Er …

Abb. 40
Querschnitt durch die Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalthaus

a Laufgang
b Kabelgänge

Abb. 41
Verbindungsbrücke zwi… schen Kesselhaus und… Mahlanlage

a Rohrleitungen
b Kabel

Abb. 42
Werkstatt- und Lagergebäude

a Schmiede
b Klempnerei und Glaserei
c Werkstätten
d Rohrbiegerei
e Zusammenbau
f Laderampe
g Kleinlager
h Lagerhalle mit 5 t-Kran
i Prüffeld
k Fertiglager
l Werkzeugmacherei
m Werkzeugausgabe
n elektrische Schweißerei
o Lager
p Oelbehälter
q Gleiseinfahrt
r Eisenbahngleis

Abb. 43
Schnitt durch die Bollwerkswand des Stichkanals und Verankerung mit dem Fundament der Lagerplatzbrücke

ölzerne Spundwand
ufgeständerte Eisenbeton-Bollwerkwand
eibepfahl
ollwerkanker
e Gründung der Kranbahnschienen der Lagerplatzbrücke
f Geländeoberkante
g Kanalsohle
h Wasserspiegel

Abb. 44
Straßenbrücke über den Stichkanal im Zuge der Köpenicker Chaussee. Längsschnitt.
a Straßenkante

Abb. 45
Straßenbrücke, Querschnitt zu Abb. 44.
a bis g öffentliche Versorgungsleitungen *h* Fußwege *i* Fahrdämme
k Gleiskörper für die Straßenbahn

elektrisch angetrieben und hat die verhältnismäßig hohe Fahrgeschwindigkeit von 280 m/min. Der Kübelwagen fährt mit einem leeren Kübel unter den Fülltrichter der Brücke, wo der Führer den Kübel füllt, und fährt mit dem gefüllten Kübel unter den Ausleger der Kohlenmahlanlage.

Über den Bunkern der Mahlanlage und darüber hinaus verlängert liegen in rd. 40 m Höhe zwei Fahrbahnen für Einschienenkatzen, wovon die eine als Aushilfe für die andre dient. Die Einschienenkatze setzt den entleerten Kübel auf den Kübelwagen ab, hebt einen vollen Kübel empor und fährt ihn über die Bunker der Mahlanlage, in die er mit Hilfe der bekannten Entleervorrichtungen der Selbstgreiferkatze entladen wird. Die Einschienenkatzen haben eichfähige Wiegevorrichtungen, so daß jede Kohlenmenge, die zur Mahlanlage gelangt, gewogen werden kann.

Die Brechanlage für großstückige Kohle umfaßt zwei Hammermühlen von je 140 t/h Leistung, wovon ebenfalls die eine als Ersatz an die Stelle der andern treten kann.

Geschwindigkeiten, Motorgrößen und Leistungen:

1. Verladebrücken.

Brückenfahrgeschwindigkeit 19,5 m/min, Fahrmotor 91,1 PS.
Hubgeschwindigkeit der Katze 66,5 m/min, Hubmotor 177 PS.
Katzfahrgeschwindigkeit 360 m/min, Katzenfahrmotoren 2 × 47,6 PS.
Demag-Zweiseilgreifer.

2. Kübelwagen.

Fahrgeschwindigkeit 280 m/min, Fahrmotor 25,8 PS.

3. Einschienenkübelkatze über der Mahlanlage.

Hubgeschwindigkeit 360 m/min.

Die höchste Leistung unter der Voraussetzung, daß sich der Greifer gut füllen kann und die Kübel mit rd. 7,5 t mittlerer Füllung arbeiten, beträgt für jede Brücke, jede Einschienenkatze und für jede der beiden Hammermühlen 140 t/h.

Entaschung

Da noch nicht vorauszusehen war, ob die Rückstände in größeren Stücken oder nur als feinkörnige Schlacke anfallen würden, wurden die Schlackentrichter der Kessel mit großen Öffnungen (1,20 × 0,90 m²)

Abb. 46
Querschnitt durch die Kohlenschüttgrube mit Lagerplatzbrücke und Greifer

a Schüttgrube
b Großgüterwagen
c Schleifleitungen für die Standbahn
d Lagerplatzbrücke
e Greifer

Abb. 47
Einzelheiten der Kohlenschüttgrube

Abb. 48 und 49
Kohlenförderanlage, Längs- und Querschnitt

ausgestattet. In Anbetracht der großen Aschen- und Schlackenmengen und des geringen Raumes zwischen den Fundamenten wurde Spülentaschung mit Gefällerinnen verwendet. Diese Anlagen haben sich in Amerika gut bewährt.

Das Aufgeben der Schlacke in diese Rinnen wurde mit Vorrichtungen der Firma Kosmos, Görlitz, und einer solchen des Betriebsdirektors Dr. Wellmann erprobt; später wurden an fast allen Schlackentrichtern die Wellmannschen Vorrichtungen, Abb. 50 und 51, angebracht. Unter den Flugaschentrichtern sind Vorrichtungen von Rothstein, Leipzig, angehängt, Abb. 52; hier fällt die Asche in ein Becken, aus dem sie ein Wasserstrahl über ein S-Rohr, in das nochmals Wasser eingeführt wird, hinausspült. Auf diesem Wege wird die Flugasche abgelöscht und genügend durchfeuchtet.

Die Aschenrinnen im Kesselhaus, Abb. 53 und 54, haben 1,5 vH Gefäll und sind mit Schmelzbasaltplatten an der Sohle ausgekleidet und mit Treibdüsen von Rothstein, Leipzig, versehen.

Da klare Erfahrungen über Absitzbecken an andrer Stelle nicht zu

Abb. 50 und 51
Wellmannscher Schlackenfänger, Außenansichten

a Spülrinne *b* Überwachungs- und Stochertüren *c* Schwingschale mit Wasserverschluß *d* aufklappbarer Boden, von dem die Schlacke nach der vorher zur Seite gezogenen Schwingschale in den Aschenkanal fällt und dort durch Spülwasser entfernt wird

a Aschentrichter
b Ansatzrohr
c Ablöschbecken
d Fallrohr
e Wasserverschluß
f Auslauf zur Spülrinne
g Spülrohr
h Stochervorrichtung

Abb. 52
aschenapparat von Rothstein

Abb. 53 und 54
Aschenspülkanal, Quer- und Längsschnitt
a Spülrinne c Sohlenstufe
b Spüldüse d Spülwasserleitung

Erklärung zu Abb. 48 und 49
I Kohlenmahlanlage
II Schaltanlage 6000/380 V
III Brecher
IV Standbahnen
V Kohlenlagerplatz
VI Stichkanal
a Lagerplatzbrücke
b Standbahnen
c Hängegerüst für Fülltrichter
d Greiferkatze
e Fülltrichter
f Kübelwagen
g Kübel
h Rohkohlenbunker
i Fahrbahn der Kübelkatzen
k Einschienenkatze
l Hammermühle
m Einleertrichter
n Walzenbrecher
o Schüttelsieb
p Füllrumpf
q Drehscheibe

erlangen waren, Erfahrungen mit der Asche und Schlacke von Kohlenstaub nicht vorlagen und die Feinheit dieser Abfälle nicht vorauszusehen war, wurde vorläufig ein zweiteiliges Becken vor dem Kesselhaus angelegt, Abb. 55, das zu Versuchen dienen soll. Über dem Becken ist ein Greiferkran zum Verladen der Asche in Bahnwagen aufgestellt.

Zur Kennzeichnung der

Leistungen bei der Ausführung

dieses Baues seien einige Zahlen angeführt:

Auszuschachtende Masse		405 000 m³
Betonverbrauch		72 000 „
Mauerwerk		21 000 „
Gewicht der Eisenkonstruktionen rd. . .		18 000 t
Zur Baustelle rollten im ganzen 9000 Eisenbahnwagen mit		133 000 t
Umbauter Raum aller Gebäude		502 550 m³
davon Kesselhäuser . . .	197 300 m³	
Vorwärmanlage	42 700 „	
Maschinenhaus	91 550 „	
Vorbau am Maschinenhaus	39 150 „	
30 kV-Schalthaus	56 700 „	
Verwaltungsgebäude . . .	16 400 „	
Kohlenmahlanlage	44 600 „	
Werkstatt- und Lagergebäude	14 200 „	

Insgesamt bebaute Fläche 20 716 m².

Abb. 55
Aschen-Absitzbecken mit Greiferkran

a Absitzbecken
b Sammelbecken
c Mündung der Spülkanäle
d Portalkran
e Greifer
f Schleifleitung
g Verteilrinne

Abb. 56
Ansicht der Kesselhäuser und der Vorwärmeranlage

An die Baupolizei und sonstige Behörden wurden insgesamt 217 Baugenehmigungs-Gesuche mit 660 Blatt Zeichnungen, meist in dreifacher, zum Teil auch in vierfacher Ausfertigung eingereicht.

Architektur

Der nach betriebspraktischen und technischen Forderungen bearbeitete Grundriß ergab eine Baumasse, an die der Architekt gebunden war. Veränderungen konnten nur aus dem Gesichtspunkt der praktischen Ausnutzung der Gebäude oder der V billigung eintreten; dem Archi waren also viele Möglichkeiten f Ausgestaltung des Baues genomm

Trotzdem darf behauptet w daß die Architekten Dr.-Ing. W. I genberg und Werner Issel, I Lichterfelde, eine hervorragend lerische Lösung gefunden habe weder gesucht moderne Formen wendet, noch an veralteten Übe rungen hängt, sondern dem Z feinfühlig folgt. Das ist nicht z die Folge der jahrzehntelangen sammenarbeit der AEG mit Architekten, die sich auch in di schinen- und elektrotechnischen I gungen eingearbeitet haben[9]).

Die Architekten wurden scho den ersten Entwurfarbeiten her zogen und konnten nicht nur bei zelheiten, sondern auch bei der ge

Abb. 57
Ansicht der Gebäude vom Kohlenlagerplatz aus

Abb. 58. Ansicht der Kohlenmahlanlage

Verteilung der Massen ihren Ein geltend machen. Abb. 56 bis 58 wie das Titelbild auf S. 1841 mac die Gesamtwirkung der Anlage Genüge ersichtlich. Für die Au flächen sind durchweg gemischtfar Ilseklinker verwendet. Die Glieder der Eisenbauten ist nirgends du Architektur verdeckt, sondern zu ei harmonischen Zusammenbau verwe worden. Auch das Muster der Fa wände ergab sich durch die auf S. 1 erwähnten, aus Ersparnisgründen gesetzten hochkantigen Prüßwänd

[9]) Siehe das Architekturwerk: G. Lau „Das Großkraftwerk Klingenberg". Berlin Ernst Wasmuth.

[B 683

Laube: Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg

Abb. 16
Aufstellung der Eisenkonstruktion des Verwaltungsgebäudes

Zu Abb. 16
Die Außenfront der unteren drei Stockwerke ist bereits ausgemauert, bei fünf Stockwerken ist die Betondecke fertig

Abb. 24
Pfahlgründung der Hauptturbinenfundamente

Zu Abb. 24
a eingerammte Pfahlblechhülsen
b ausbetonierte Pfähle mit Eisenbewehrung zum Anschluß an die Betonfundamentplatte der Turbine
c Wasserhaltung
d Gießturm für Beton

Abb. 14
Aufstellung des ersten Binders des Turbinenhausbaues

Abb. 18
Eisenkonstruktion der Kohlenmahlanlage

Münzinger: Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg

Abb. 40. Blick auf das Kesselhausdach

a Schornstein *b* Saugzugmotoren *c* Ventilatoren *d* Gleis zum Auswechseln von *b* *e* Explosionsschacht *f* Belüftungshaube *g* Belüftung

Abb. 27. Aufhängung der Obertrommeln des Rotakessels am Dach

a Tragbänder *b* Spannschlösser *c* Anschluß der Steigrohre des Kühlrohres

Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg

Von Friedrich Münzinger, Berlin

(Hierzu Tafel 9 und Textblatt 34)

rgebnis der Ausschreibungen — Bemessung der Kesselgröße — Begründung des AEG-Entwurfes — Vergebung der Aufträge - Ausführung der Einzelheiten — Verbindung zwischen Kessel und Kesselhaus — Anordnung der Saugzuganlagen — Meßvorrichtungen — Aufbereitung und Förderung des Kohlenstaubes

e Lage der deutschen Dampfkesselindustrie war Anfang 1925 wegen Streikgefahr, Kapitalmangel und Arbeitslosigkeit sehr schwierig. Die Material- und schriften für Dampfkessel befanden sich in der eitung. Die für Bau und Aufstellung der Kessel bare Zeit war außerordentlich kurz. Erfahrungen len Temperaturverlauf der Rauchgase in großen kesseln mit Kohlenstaubfeuerung, über den Betrieb ch vorgewärmter Verbrennungsluft und über hohe wasser-Vorwärmung nach dem Regenerativverlagen kaum vor. Deutsche Vorbilder für Kessel 00 bis 2000 m² Heizfläche gab es nicht, und der Dampfdruck von 40 at war in Großen noch nicht erprobt. Besonders erend wirkte aber, daß das Großerk Klingenberg ausschließlich in Deutschland gleichfalls wenig te Staubfeuerung eingestellt werllte.

mußte daher nicht nur billig und Ausnutzung der letzten Forte, sondern auch mit großer Sorgorgegangen und gebaut werden, bedurfte zahlreicher, vorwiegend satorischer Maßnahmen, um mit der Bauzeit auszukommen und reiose Gemeinschaftsarbeit der zahl Lieferfirmen zu erzielen. Zunächst weder die Art der Feuerung, noch ahl, Größe, Leistung und Bauart ssel fest. Sicher war nur, daß die Heizfläche von 500 bis 700 m² usreichen würde und zumindest auf ² übergangen werden müsse.

Die erste Ausschreibung

e AEG schrieb daher erstmals im ber 1924 Kessel von rd. 2000 m² iche mit Wanderrosten oder staubfeuerung für folgende Beerhältnisse aus:

mpferzeugung . .	70 bis 100 t/h
mpfüberdruck . .	37 at
mperaturen:	
Speisewasser . .	140 °C
Dampf	420 „
Verbrennungsluft	150 „

pfahl besonders eine Anordnung pereinanderliegendem Kessel, Ekor und Luftvorwärmer, stellte günstigere Vorschläge frei. Auf te Ausschreibung gingen sehr vernartige Entwürfe ein, von denen hier nur einige ders kennzeichnende besprochen seien.

e Hanomag bot unter andern einen Dreitrommelhrkessel mit darüber liegendem Ekonomiser und rwärmer an, bei dem die Warmluft durch seitliche, chte Schächte innerhalb des glatten Kesselblockes euerraum strömt, Abb. 1. Luftvorwärmer und Ekor sind liegend angeordnet. Die Ventilatoren für Verbrennungsluftzufuhr und die Saugzuganlage auf dem Dach und werden ebenso wie der Schornund der Kessel von einem einzigen Gerüst getragen. er von Steinmüller angebotene Einender-Steilssel besteht aus zwei voneinander unabhängigen nbündeln mit sehr stark gebogenen Röhren, Abb. 2 Der untere der Hitze ausgesetzte Teil der ersten Rohrist nur wenig geneigt, der obere gegen Berührung die Rauchgase geschützt, damit die langen Rohre nicht durch zu große Wärmeaufnahme überlastet werden Erstes und zweites Rohrbündel haben getrennten Wasserumlauf. Der Luftvorwärmer ist liegend angeordnet, die Heißluft wird durch die hohlen Seitenwände dem Feuerraum zugeführt.

Auch der Kessel der Rota-Werke besteht aus mehreren unabhängigen Zweitrommelbündeln mit sehr stark gekrümmten Rohren, die aber im Gegensatz zum Steinmüller-Kessel nicht übereinander, sondern symmetrisch zur Kesselmittelebene angeordnet sind, Abb. 4. Er ist ein ausgesprochener Doppelenderkessel mit zwei voneinander durch den Kessel getrennten Heizerständen. Die Saugzuganlage ist auf das oben schräg zusammengezogene Kesselgerüst aufgesetzt.

Abb. 1
Hanomag-Steilrohrkessel von 2000 m² Heizfläche mit Kohlenstaubfeuerung und Trommel-Ekonomiser (Entwurf)

Schon der Vergleich dieser Angebote zeigt, daß es nicht möglich gewesen wäre, derart verschiedene Kessel einigermaßen organisch in ein und dasselbe Kesselhaus einzugliedern. Hierauf mußte aber entscheidender Wert gelegt werden, weil man wegen der großen Arbeitslosigkeit, und um bei Streik oder Kapitalschwierigkeiten bei der einen oder der anderen Firma wenigstens einige Kessel beizeiten zu erhalten, mindestens 5 bis 6 Fabriken zur Lieferung heranziehen wollte. Schließlich war bei einer so bedeutenden und neuartigen Anlage die Zuziehung mehrerer Firmen auch deshalb erwünscht, weil man so möglichst vielseitige Erfahrungen nutzbar machen konnte.

Doppelenderkessel mit getrennten Heizerständen schieden aus, weil dies die Aufstellung der Schornsteine, die Unterbringung der Bunker und einige andere Dinge wesentlich erschwert oder verteuert hätte, und weil Kessel mit einem einzigen Heizerstand einfacher bedienbar sind. Auch wollte man mit der lichten Feuerraumbreite nicht über 9 m gehen, weil sonst das Gewicht der Feuerraumdecke und der Kesselstirnwand zu hoch und gegebenenfalls die Zufuhr der Sekundärluft nicht über die ganze Feuerraumbreite gleichmäßig geworden wäre. Nach dem Stande der Feuerungstechnik zu Anfang 1925 betrug bei 9 m Feuerraumbreite die größte Dampferzeugung eines Kessels etwa 65 bis 75 t/h.

Die größte Heizflächenbelastung wurde auf rd. 45 kg/m²h, entsprechend einer Gesamtheizfläche von 1700 bis 1800 m² festgesetzt, da man sonst, wenn die Abgastemperaturen wesentlich höher als angenommen sein sollten, bei der hohen Speisewassertemperatur von 140° durch späteren Einbau eines Ekonomisers nur noch wenig ändern konnte, und da man ferner damit rechnen mußte, daß auch ohne Ekonomiser die Abgastemperaturen so niedrig werden, daß sich ein Ekonomiser vielleicht nicht mehr recht lohnen würde.

Ein weiterer Grund für die Wahl einer verhältnismäßig niedrigen Heizflächenbelastung war die Hoffnung, mit fortschreitender Verbesserung der Brenner und der andern Feuerungseinrichtungen in vielleicht naher Zeit eine erheblich höhere Leistung aus der Brennkammer herausholen zu können, als angenommen worden war. In diesem Fall, der bereits eingetreten ist, war es aber erwünscht, auch bei hoher Kesselleistung günstigen Wirkungsgrad zu erzielen; dann aber durfte die Rauch-

Abb. 2 und 3
Steinmüller-Steilrohrkessel von 1800 m² Heizfläche mit schmiedeisernem Ekonomiser und wagerechtem Luftvorwärmer (Entwurf)

1750 m², die lichte Feue[r]
breite auf 8600 mm un[d]
Außenbreite des Kesselb[locks]
auf 10 600 mm festgesetzt

Auf die Weiterbearb[eitung]
der Rostfeuerungen wurd[e]
sorgfältigen wirtschaft[lichen]
Überlegungen frühzeitig v[er]
zichtet. Maßgebend hierfü[r]
auch, daß die verschieden[s]
sten Brennstoffe verfeuer[t wer]
den mußten, daß die Ve[rwen]
dung hochvorgewärmter L[uft]
bei Rostfeuerungen voraus[sicht]
lich größere Schwierig[keiten]
bereitet hätte und daß die
von einem Kessel ver[langte]
Dampfleistung mit Stau[bfeue]
rung sicherer erreichbar [war].

Hinsichtlich der Gesa[mtan]
ordnung von Kessel, Eko[nomi]
ser und Luftvorwärmer [befrie]
digte keiner der eingegan[genen]
teilweise sehr eigenartigen [Ent]
würfe voll. Teils war di[e Ge]
samthöhe unerwünscht [hoch],
teils die Zugänglichkeit u[nd]
Auswechselbarkeit von T[eilen]
mangelhaft. Senkrechte A[nord]
nung von Kessel, Ekono[miser]
und Luftvorwärmer übe[rein]
ander ergab wohl kleine Gr[und]
fläche und gedrängten Ge[samt]
aufbau, aber schwierige [Ent]
aschung und Reinhaltung [der]
hochliegenden Teile. Die E[isen]
konstruktion des Gebäudes u[nd]
das Kesselgerüst wären in[folge]
der großen Höhe sehr teue[r ge]
worden und der Ersatz s[chad]
hafter Luftvorwärmerte[ile]
hätte Schwierigkeiten ber[eitet].

Auch die in einigen A[nge]
boten vorgeschlagene Zu[fuhr]
von Warmluft zum Feuer[raum]
befriedigte nicht. Freilieg[ende]
Blechkanäle, die einige Fi[rmen]
hierfür vorgesehen hatten, [ver]
schlechterten die Zugäng[lich]
keit, bedingten eine teure [und]
empfindliche Isolierung [und]
vergrößerten die Wärme[ver]
luste. Einige der ang[ebo]
tenen Doppelenderkessel h[ätten]
nicht paarweise an e[inen]

gastemperatur am Eintritt des Luftvorwärmers nicht so hoch sein, daß die Warmlufttemperatur viel höher als für die Anlage geeignet war.

Der neue Entwurf

Die Besprechungen mit den Kesselfirmen hatten ergeben, daß bei 83 mm äußerem Durchmesser am stärksten beheizte Wasserrohre von 9600 mm größter Länge noch unbedenklich zulässig waren. Bei 1500 mm äußerem Trommeldurchmesser und 185 mm axialer Rohrteilung, unter die wegen der Möglichkeit des Zuwachsens der Rohrgassen durch Flugasche nicht gegangen werden sollte, ließen sich 1700 bis 1800 m² Heizfläche noch bequem in einem Dreitrommelkessel unterbringen. Von einem Kessel mit vier oder mehr Trommeln konnte unter diesen Umständen um so leichter abgesehen werden, als ausgedehnte eigene und fremde Erfahrungen überzeugend gezeigt hatten, daß richtig gebaute Dreitrommelkessel auch den höchsten Anforderungen genügen.

Da nur gebogene Rohre zugelassen und die Untertrommel in zwei gleichachsige Trommeln von etwa halber Länge aufgeteilt wurden, war der Kessel trotz seiner großen Breite sehr elastisch. Die Kesselheizfläche wurde daher, einschließlich der Kühlfläche im Feuerraum, auf

Schornstein angeschlossen werden können; einen Sch[orn]stein für jeden Kessel aufzustellen, war aber zu t[euer]. Die Schornsteine unmittelbar über den Kesseln auf[zustel]len wollte man gleichfalls nicht der hohen Kosten [und] der Befürchtung wegen, daß die Genehmigung di[eser] Bauweise gar nicht oder erst nach langwierigen Verh[and]lungen erreicht werden würde.

Vor allem aber mußte man, um die Kessellieferu[ng] unter mehrere Firmen verteilen zu können, eine Ges[amt]anordnung finden, die nahezu gleiche äußere Abmes[sun]gen des Kesselblocks ergab, gleichgültig, welche Fi[rma] später die Kessel lieferte. Es hätte übrigens auch [die] Herstellung der Eisenkonstruktion des Gebäudes sehr [er]schwert und verhängnisvolle Irrtümer bei ihrer Auf[stel]lung herbeiführen können, wenn die einzelnen Felder [des] Kesselhauses verschieden bemessen worden wären.

Der AEG kam nun sehr zustatten, daß sie sich be[reits] seit 1920 mit dem Entwurf von Großkesseln mit St[aub]feuerung eingehend beschäftigt, im Zusammenhang h[ier]mit eigene Versuche an Staubfeuerungen aufgenom[men] und schon sehr frühzeitig, als noch die Verwendung ho[ch]vorgewärmter Verbrennungsluft in Deutschland ka[um] Interesse fand, gemeinsam mit einer Sonderfirma ei[nen] geeigneten Luftvorwärmer entwickelt hatte.

Abb. 4
Steilrohrkessel der Rota-Werke von 1800 m² Heizfläche mit schmiedeisernem Ekonomiser und im Winkel zueinander angeordneten Luftvorwärmern (Entwurf)

Abb. 5
AEG-Entwurf eines Großkessels mit Kohlenstaubfeuerung und Luftvorwärmer vom Frühjahr 1924

a Staubbunker
b Staubzuführung
c Brenner
d Kessel
e Fuchs
f Ventilator
g Schornstein
h Ventilator für *i*
i Luftvorwärmer
k Warmluftkammer
l Warmluftkanal
m Vorderwand des Feuerraums

Von den dabei entstandenen Entwürfen betrifft der aus dem Frühjahr 1924 stammende, Abb. 5, einen Fünftrommelkessel und einen Zweitrommel-Ekonomiser, der auch als Dampferzeuger arbeiten kann. Die unteren Enden der Taschen des an die Kesselrückwand angebauten Luftvorwärmers sind an einen Blechkasten mit schräger Decke angeschlossen. Da die Kesselbauvorschriften keine Schornsteine über den Kesseln zuließen, sollten 3 bis 6 Kessel an einen gemauerten Kamin *g* angeschlossen und der Zug bei hoher Last durch Gebläse *f* erzeugt werden. Die Warmluft wird durch Kanäle *l* in den Seitenwänden des Kessels nach dem Feuerraum geleitet.

Auch der Entwurf vom Sommer 1924 hatte noch gemauerte Schornsteine und gemauerte, im Aschenkeller liegende Sammelfüchse, Abb. 6 und 7. Die in zwei Hälften geteilten Ekonomiser und Luftvorwärmer sind an der Rückseite des Fünftrommelkessels übereinander angeordnet. Der Luftvorwärmer liegt in Höhe des Feuerraums, dem die Warmluft durch Kanäle zwischen den Schlackentrichtern zuströmt. Dieser Entwurf hatte vor allem den Mangel, daß die Luft nicht im Gegenstrom durch den Vorwärmer fließt, der daher sehr groß geworden wäre und bei niedriger Abgastemperatur keine hohen Lufttemperaturen geliefert hätte.

Die Durcharbeitung dieser Entwürfe hatte aber deutlich gezeigt, daß ein Großkraftwerk ohne Verlegung der Saugzuganlagen und der Schornsteine auf das Kesselhausdach nicht billig gebaut werden und neuzeitlichen Anforderungen entsprechen kann. Die AEG arbeitete daher im Frühjahr 1925 einen neuen Entwurf aus, Abb. 8 bis 10, der zur Ausführung bestimmt wurde. Die der Ausfüh-

Abb. 6 und 7
AEG-Entwurf eines Großkessels mit Kohlenstaubfeuerung, Ekonomiser und Luftvorwärmer vom Sommer 1924

rung zu Grunde gelegte Bauart ist aus Abb. 11 bis 16, Taf. 9, zu ersehen. Ekonomiser und Luftvorwärmer sind ähnlich wie in Abb. 6 und 7 an der Rückseite des Kessels angeordnet. Die Luft umspült vor ihrem Eintritt in den Vorwärmer durch den sie im Gegenstrom zu den Rauchgasen fließt, die Schlackentrichter der Feuerkammer, um sie zu kühlen und um Wärmeverluste an ihren ausgedehnten Flächen und die dadurch verursachte Erwärmung der Luft im Aschenkeller zu vermeiden.

Vom Vorwärmer gelangt die Luft in eine zwischen Vorwärmer und die Feuerkammer eingebaute Warmluftkammer und von dort durch die hohlen Seitenwände nach der Vorderseite des Feuerraums, in den sie durch zahlreiche Schlitze eintritt. Jedes zweite Rohr der ersten Rohrreihe des Kessels tritt aus der Ebene der übrigen Rohre hervor, damit keine Brücken durch Flugasche gebildet werden. Die Einmauerung des Kessels ist von der der Verbrennungskammer getrennt, damit sich beide ungestört ausdehnen können. Die Kesseltrommeln hängen am Dach; Kesselgerüst und Ausmauerung stehen unabhängig davon auf einem eisernen Tragrost unter völliger Vermeidung von Fundamenten aus Eisenbeton oder Mauerwerk.

Bei dieser Anordnung wird die Mantelfläche des Kesselblockes außerordentlich klein und die Gesamthöhe nicht größer als der Kessel selber. Freiliegende Heißluftkanäle sind völlig vermieden. Die Überhitzer können ohne Beschädigung der Kesselummantelung als Ganzes nach oben

Abb. 8 bis 10
Entwurf eines 1750 m²-Kessels mit Ekonomiser und Luftvorwärmer vom Frühjahr 1925
Gesamtanordnung: Bauart AEG-Münzinger (Abb. 11 bis 16, s. Tafel 9)

a Kaltlufteintritt
b Hohlmantel
c Warmluftkammer
d Luftvorwärmer
e Ekonomiser
f Leerfuchs

Abb. 17
Modell zum Erproben des vorteilhaftesten Zusammenbaues des Kessels mit der Eisenkonstruktion des Kesselhauses

a Schornstein
b Saugzugventilator
c Fuchs
d Stangen zum Anhängen des Kessels
e Obertrommeln
f Untertrommel
g Oberlicht
h Staubbunker
𝔅, ℭ, 𝔇 Tragrostteile des Kessels

ausgebaut werden, die Ekonomiserschla
nach der Seite, die Luftvorwärmerta
nach hinten. Um die Zweckmäßigkei
gewählten Anordnungen überprüfen un
vorteilhafteste Verbindung zwischen K
und Gebäude erproben zu können, w
ein Pappmodell, Abb. 17, des Einbaus
gefertigt, das vorzügliche Dienste gel
hat. Zwischen je zwei 6,3 m voneina
entfernten Kesseln stehen in 4,4 m Er
nung zwei Binder des Gebäudes, au
eine für zwei Kessel gemeinsame S
zuganlage *b* und der Schornstein *a*
gesetzt sind. Der Kessel hängt mit
Stangen *d* am Kesselhausdach, sein G
und die Einmauerung ruhen auf dem
den Trägern 𝔄, 𝔅, ℭ und 𝔇 bestehe
Tragrost, der mit den Kesselhausbin
verbunden ist.

Ausführung der Kesselbauten

Sofort nach Fertigstellung ihres
wurfes richtete die AEG ein Gesuch an
Preußische Handelsministerium um Ge
migung der Kesselaufhängung am Dach
der Aufstellung der 70 m hohen Sch
steine und Saugzuganlagen über einen
des Kesselblockes; diesem Gesuch w
bereits zwei Tage später, dank dem
ständnisvollen Entgegenkommen von
Rat Dr. Ulrich, entsprochen.

hte Verbindung mit Langloch ←← wagerechte Verbindung mit Langloch
teifung

Abb. 18
Entwurf der AEG für das Kesselgerüst

, 𝔈, 𝔇, 𝔉₁, 𝔉₂ Tragrost
ückwand
oden
ecke der Warmluftkammer
Eintritt von Kühlluft in die hohlen Träger 𝔉₁, 𝔉₂
→→→ Weg der Kühlluft
b_1 b_2, c, d Träger
𝔈 Träger der Kesselstirnwand und Feuerraumdecke

cht in die engere Wahl gezogene Kesselfirmen wur- lsdann gebeten, auf Grund dieses Entwurfes neue bote einzureichen. Die dazu erforderliche Zeit be- e die AEG, Vorschläge für das Kesselgerüst, Abb. 18, Warmluftkammer, die Kesselaufhängung am Dach, 19 bis 22, und die Einmauerung durchzuarbeiten, so sie kurz nach Auftragerteilung weitgehend durch- eitete Zeichnungen dieser Teile den Kesselfirmen eben konnte. Die BEWAG hatte den Wunsch, auch Teilkammerkesseln eigene Erfahrungen zu sammeln, lem die deutschen Babcock-Werke den Nachweis er- t hatten, daß sich in den Hauptabmessungen des Entwurfes auch ein solcher Kessel unterbringen und ntsprechende Kesselhausfeld mit dem Tragrost genau so wie für die Dreitrommel-Steilrohrkessel ausführen lassen würde, Abb. 23 und 24. Die Aufträge wurden daher folgendermaßen verteilt:

Berliner Firmen:
- A. Borsig: 3 Steilrohr- und 3 Teilkammerkessel,
- Rota-Werke: 4 Steilrohrkessel.

Auswärtige Firmen:
- Babcock
- Dürr
- Hanomag
- Linke-Hofmann
- Piedboeuf
- Steinmüller

je 1 Steilrohrkessel.

Die Kohlen-Scheidungs-Gesellschaft erhielt 12 und die AEG 4 Feuerungen in Auftrag. Zur Wahrung der Einheitlichkeit und des besseren Zusammenarbeitens wurde bestimmt, daß Kessel und Staubfeuerung womöglich von derselben Firma eingemauert werden sollten.

Parallel zu den Verhandlungen mit den Kesselfirmen führte die AEG Verhandlungen mit einigen Hüttenwerken über Herstellung und Abnahme der Kesseltrommeln. Damit nämlich die Kessel zur vorgeschriebenen Zeit fertiggestellt werden konnten, mußten die Kesseltrommeln wegen ihrer langen Lieferfrist bereits in Auftrag gegeben sein, bevor die Kesselfirmen die Aufträge auf die Kessel erhalten hatten. Die AEG traf daher mit der August-Thyssen-Hütte, der Firma Fried. Krupp A.-G. und dem Preß- und Walzwerk Reisholz Abkommen, wonach sie bei jeder dieser drei Firmen eine bestimmte Anzahl von Trommeln bestellte mit der Verpflichtung, sie in Reihen zu bestimmten, durch hohe Vertragstrafen gesicherten Terminen zu liefern.

Auch sämtliche Werkstoff- und Garantievorschriften wurden bereits vor Bestellung der Kessel einheitlich zwischen der AEG und den Walzwerken vereinbart, was sich außerordentlich bewährt hat. Streit wegen der Lieferfristen oder der Einhaltung der Garantien ist nicht vorgekommen, und sämtliche Trommeln konnten zur richtigen Zeit den Kesselfabriken übergeben werden. Hätte man ausschließlich geschmiedete Trommeln verwenden wollen, so wären die Kessel nicht früh genug fertig geworden, weil die Firma Krupp auf Grund des Friedensvertrages zahlreiche dafür geeignete Einrichtungen hatte zerstören müssen. Mit aus diesem Grunde wurden für die Dampfsammler und die Untertrommeln geschweißte Hochsicherheitstrommeln von Thyssen verwendet.

Zunächst werden nur zwei Kessel mit Ekonomisern ausgerüstet, weil die Angaben der Kesselfirmen über die erforderliche Ekonomisergröße um mehr als 100 vH voneinander abwichen. Es war daher einfacher, zunächst im Betriebe die zweckmäßigste Ekonomisergröße zu erproben, die Kessel aber so zu bauen, daß man später Ekonomiser ohne weiteres einbauen konnte. Die Luftvorwärmer wurden reichlich bemessen, damit sie die vorgeschriebene Lufttemperatur

Abb. 19 bis 22
hläge der AEG für fhängung der Oberneln am Dach des Kesselhauses

ung zu Abb. 19 und 20
gstangen
pe
hkonstruktion
elförmige Tragpfanne
gpratzen
enk

ung zu Abb. 21 und 22
gbänder
gleichgelenk
gstange
stellvorrichtung

Abb. 23 und **24**
Teilkammerkessel mit Ekonomiser und Luftvorwärmer, von Babcock und Borsig fast gleich ausgeführt.

von 150° auch dann ergeben, wenn es sich später als zweckmäßig erweisen sollte, Ekonomiser für eine etwas höhere Endtemperatur des Wassers, als ursprünglich vorgesehen, einzubauen, Abb. 25.

Abb. 25
Luftvorwärmer von R. Otto Meyer, Hamburg
𝕮, 𝕯 Träger des Kesseltragrostes

Ober- und Untertrommeln haben keinerlei Nietn
ihre Böden sind angekümpelt. Über die gesetzlichen
schriften hinaus schrieb die AEG vor, daß bei der Bemes
der Wanddicken die auftretenden Biegungsbeanspruc
gen berücksichtigt werden und daß, bezogen auf
Streckgrenze bei 250°, die Obertrommeln 1,9fache Si
heit und die Untertrommeln 1,8fache Sicherheit g
Formänderung haben sollten. Die Wasserrohre haber
allen Kesseln den gleichen Krümmungshalbmesser. D
da, wo die gekümpelten Untertrommeln gegeneina
stoßen, keine Lücken in der Rohrteilung entste
ist ein Teil der Kümpelung mit Rohren besetzt, di
zwei Ebenen gebogen sind. Die zweckmäßigste Tei
dieser Rohre wurde an einem maßstäblich ausgefüh
Modell erprobt.

Sämtliche Untertrommeln sind durch Formsteine,
der Feuerraumseite noch durch Diatomitsteine abged
die Obertrommeln wurden nach einem Vorschlag der
durch Torkretieren geschützt, Abb. 26. Die AEG sc
weiter vor, die Kesseltrommeln auf ¼ bis ⅕ ihrer L
mittels Pratzen oder um die Trommel geschlungener
der aufzuhängen, damit tunlichst geringe Biegungsb
spruchungen auftreten. Die richtige Lage dieser
hängungen wird bei Einbau der Kessel mit Hilfe
Spannschlössern eingestellt, vergl. Abb. 19 bis 22
Abb. 27, Textbl. 34. Gleichmäßige Belastung sämtli
Tragbänder wird durch Aufhängung der Tragbänder
Wippen erzielt.

Die Überhitzer wurden sehr reichlich bemes
und nach dem Vorschlag der AEG in der Breite und T
die Kessel in mehrere Abschnitte geteilt, Abb. 28.
schen der vorderen und hinteren Überhitzerhälfte je
Kessels wurden leicht verstellbare Zugscheidewände
Gußeisen eingehängt, womit man die gewünschte Ü
hitzung leicht regeln kann, falls sich die Überhitzer
zu groß erweisen sollten. Das Kesselhausdach liegt

Abb. 11

Abb. 13

Abb. 14

Abb. 15

Abb. 12

Abb. 11 bis 16
Steilrohrkessel von 1750 m² Heizfläche mit Ekonomiser und Luftvorwärmer
Bauart AEG-Münzinger

Münzinger: Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg

Abb. 16

Abb. 26.
orkretieren der Obertrommel eines Steilrohrkessels (Abb. 27 s. Textbl. 34)

ertrommel
agpratzen
lzen
agstange
e Träger zum Aufhängen des Überhitzers
f Dampfüberströmrohr zur zweiten Obertrommel

über der Kesseldecke, damit die Überhitzer im n nach oben ausgebaut werden können und das lhaus gut belichtet und belüftet wird, Abb. 29. Beim izen werden die Überhitzer durch Sattdampf aus in Betrieb befindlichen Kessel gekühlt und vor ennen geschützt.

ie Ekonomiser bestehen aus mehreren an den Seiinden des Kesselblockes gelagerten Sammelkästen, hen die haarnadelförmig gebogene Stahlrohre einen sind. Sie sind so angeordnet, daß man ihre läche leicht vergrößern kann, und sind in mehrere nitte geteilt, die aus parallel geschalteten Schlangen wenigen Windungen bestehen; diese Schlangen kann eicht auswechseln und außerdem haben die in einer nge gebildeten Dampfblasen nur einen kurzen Weg m nächsten Sammelkasten zurückzulegen.

ierzehn Kessel wurden mit Luftvorwärmern von Meyer, Hamburg, Abb. 25 und 30, Textbl. 34, mit Rotator - Luftvorwärmern ausgestattet, bb. 23. Die Warmluftkammer zwischen Feuerrückwand und Luftvorwärmer war nicht leicht bilden, da die Wärmedehnungen ihrer Begrenzungs- e verschieden sind. Die beiden Seitenwände dehnen aum aus, während sich die als vordere Begrenzung nde Feuerraumrückwand in der Höhe und Breite und beträchtlich stärker als die Rückwand aus-. Auf die Durchbildung der Dichtungen wurde daehr große Sorgfalt verwendet.

ede Feuerung hat 10 Brenner, Abb. 31 und 32, denen taub durch Schnecken zugeteilt wird, Abb. 33. Die aseluft für den Kohlenstaub wird unter Beimischung Kaltluft der Warmluftkammer entnommen und durch Gebläse in ein Sammelrohr gedrückt, an das die cken angeschlossen sind. Jeder Brenner ist für sich haltbar, Abb. 33. Sämtliche Feuerungen haben Kühl- und Seitenwand- und Rückwandkühlung, Abb. 34. ein Teil der Seitenwände wurde mit Kühlflächen zt, weil auch magere Kohle verfeuert werden soll; es wurde Vorsorge getroffen, später leicht zusätz- Kühlflächen einbauen zu können.

Die Kesselhäuser

Das Kesselgerüst muß wegen seiner Höhe, der großen auflagernden Lasten und der beträchtlichen Wärmedehnungen sehr hohen Ansprüchen genügen. Es steht völlig unabhängig vom Kesselkörper auf einem Tragrost aus den Trägern 𝔄, 𝔅, ℭ, 𝔇, zwischen dem die Träger $\mathfrak{J}_1$ und $\mathfrak{J}_2$ eingezogen sind, vergl. Abb. 18 und 35. Abb. 18 zeigt, welche Ecken versteift und wo nachgiebige Verbindungen angebracht sind. Um den fast 10 m langen schweren Träger in der Kesselstirnwand und über der Feuerraumdecke vor Erwärmung und unzulässiger Ausdehnung zu schützen, wurde er besonders sorgfältig isoliert und durch Luft gekühlt. An einem Ende des durch Wände *l* geteilten Trägers 𝔈 führt ein kleines Gebläse *g* Kühlluft zu, Abb. 36 und 37, die aus den einzelnen Abteilungen des Trägers durch die von außen einstellbaren Rohre *r* nach dem Feuerraum strömt; sie legt sich dort schleierartig vor den Träger und kühlt gleichzeitig die Aufhängeeisen für die Mauerwerkschürze. Auch die seitlichen Träger $\mathfrak{F}_1$ und $\mathfrak{F}_2$ werden vor unzulässiger Erwärmung durch Kühlluft geschützt, Abb. 18 und 37, die der Schornsteinzug ansaugt.

Die Kessel sollten ursprünglich nur mit einer Blechhaut mit dünnem, wärmedichtem Futter ummantelt werden. Schon bei der Durcharbeitung der Einmauerung ergab sich aber, daß dies, wenigstens bei den Steilrohrkesseln, unzweckmäßig ist, und die Kesselfirmen schlossen sich dieser Ansicht an. Ein solcher Mantel ergibt nämlich keinen guten Übergang zwischen Feuerkammer und Kesselmauerung, wenn die Standfestigkeit des Kesselmauerwerks nicht leiden soll. Die ganze Einmauerung wurde daher mit einer Isolierschicht bekleidet, um das Kesselgerüst vor zu hoher Erwärmung zu schützen und die Wärmeverluste niedrig zu erhalten. Diese Isolierschicht liegt unmittelbar hinter der Blechummantelung und ist nicht mit dem Mauerwerk im Ver-

Abb. 28
Überhitzer für einen Kessel

a Hintere Obertrommel
b Verbindungsrohr zwischen den Obertrommeln
c vordere Überhitzerhälfte *d* hintere Überhitzerhälfte
𝔉 Unterstützungsträger der Kesselummauerung

Abb. 29
Schnitt durch das Kesselhaus (Abb. 30 s. Textbl. 34)

- *a* Brennkammer
- *b* Ekonomiser
- *c* Luftvorwärmer
- *d* Fuchs
- *e* Saugzuganlage
- *f* Schornstein
- *g* Kohlenstaubverteiler
- h_1, h_2 Kohlenstaubbunker
- *i* Antrieb f. d. Zuteilschnecken d. Brenner
- *k* Brennerdüsen
- *l* Ventilator für Einblaseluft (Erstluft)
- *m* Sammelrohr für Einblaseluft zum Anschluß der einzelnen Brenner
- *n* Staubleitungen zwischen *k* und *m*
- *o* Warmluftkammer
- *p* hohle Stirnwand
- *q* Aufhängevorrichtung für die Kesseltrommeln am Dach
- *r* Zweitluftventilatoren
- *s* Explosionsschlot für die Kohlenstaubbunker
- 𝔄, 𝔅, ℭ, 𝔇 Tragrost für Kesselgerüst
- 𝔈 Träger der Kesselstirnwand und der Feuerraumdecke

band vermauert, da sonst der Verband zwischen Schamottesteinen und Ziegeln hätte gestört werden müssen und keine so gute Isolierwirkung erzielt worden wäre.

Das eiserne Traggerüst der Feuerraumdecke hängt mit den dem Feuerraum zugekehrten Enden an dem Träger 𝔈, Abb. 36 bis 39. Die AEG-Feuerung hat eine Doppeldecke. Die oberen Steine hängen an Stahlgußträgern, die an einem Ende mit einer Nase den unteren Flansch des Trägers 𝔈 umfassen, während ihr anderes Ende pendelnd an dem Eisengerüst oberhalb der Decke hängt. Die übrigen Stahlgußteile der Deckenaufhängung werden gleichfalls von Pendeln, die allseitig etwas ausschwingen können, getragen. Die unteren, der Hitze ausgesetzten Steine greifen in die Doppelfalze der oberen ein. Selbst bei Schadhaftwerden mehrerer beheizter Steine bleibt eine geschlossene, feuerfeste Decke erhalten. Die KSG-Feuerungen haben eine Einsteindecke, deren Steine mittels nutenförmiger Schlitze an dem Gerüst aufgehängt sind.

Wasserrohre, Bleche und fertige Trommeln wurden s e h r s o r g f ä l t i g a b g e n o m m e n. Da innerhalb weniger Monate über 20 000 Wasserrohre, 64 Bleche, 32 geschmiedete und 36 geschweißte Tr[ommeln]
zu prüfen waren, wurden mehrere [Dampf]
kessel-Überwachungsvereine, die [...]
über ausgedehnte Abnahmeerfa[hrungen]
verfügten, zugezogen. Die Ble[che]
die geschweißten Trommeln wur[den]
dem Schweißen untersucht. Na[ch]
stellung der Längsschweißnaht [...]
Proberinge abgestochen, zusamm[en]
der Trommel den verschiedene[n]
prozessen unterworfen und dann [...]
falls untersucht. Außerdem wur[den]
fertig geschweißten Trommeln a[...]
dreifachen Betriebsdruck mit Was[ser]
gedrückt und nach dem bekannte[n]
senschen Verfahren nochmals [...]
glüht.

An den Blechen wurde die [...]
nannte kleine Studienprobe d[...]
führt. Die Streckgrenze bei 250 ° [...]
im allgemeinen bei den Charge[n]
bestimmt und lediglich durch [...]
Stichproben an den fertigen [...]
nachgeprüft. Die geschmiedeten [...]
meln wurden vor Verlassen des [...]
werkes auf den 1,5fachen Betrieb[...]
(55 at) abgedrückt.

Die Wasser- und Überhitze[r...]
wurden nach den Vorschriften de[...]
abgenommen, die mit denen der V[...]
gung der Großkesselbesitzer weit[...]
übereinstimmen, aber durch einig[...]
tere Bestimmungen ergänzt sind. [...]
auf den Walzwerken wurden 7 v[...]
vorgelegten Rohre als nicht entspr[...]
zurückgewiesen. An diesem hohe[n]
teil der ungeeigneten Rohre war[...]
fast ausschließlich zu geringe [...]
dicke und nicht mangelhafte Herst[...]
schuld, weil einige Kesselfabriken [...]
Lieferwerken nicht zeitig genug d[...]
gänzten Vorschriften mitgeteilt [...]
Auf der Baustelle wurden die [...]
durch Beamte der AEG vor und [...]
dem Einwalzen nochmals geprüft. Von insgesamt [...]
untersuchten Rohren wurden wegen zu geringer [...]
dicke 0,54 vH ausgeschieden. Nach oder beim Einw[...]
wurden weitere 2,9 vH wegen unzulässiger Unru[...]

Abb. 31 und 32
Kohlenstaubbrenner der Kohlen-Scheidungsgesellscha[ft]
a Eintritt des Kohlenstaubes *b* Luftmantel

Abb. 33. AEG-Staubzuteiler mit Antrieb

a Staubbunker
b Staubauflockerungsleitung
c Motor
d Staubabsperrschieber
e Kupplung für die einzelnen Brenner
f Rohre zu den Brennern

n Biegungen, wofür sehr enge Toleranzen vorgeben waren, wegen Beschädigungen beim Einwalzen vegen organischer Mängel zurückgewiesen.

zwei Kessel sind mit einem gemeinsamen Blechan einen Schornstein von 3750 mm oberem lichDurchmesser angeschlossen, dessen Mündung 70 m Gelände liegt, Abb. 40, Textbl. 34. Für den späteren u von Flugaschenfängern wurde über den Kesseln gelassen, Abb. 41, Textbl. 34, und das Kesselach wurde so kräftig ausgeführt, daß es ein beliches Mehrgewicht tragen kann. Unter 70 m Schornöhe wollte die AEG nicht gehen, um, so lange preiswerter und brauchbarer Aschenfänger auf Markt war, Belästigungen durch Flugaschenrf möglichst zu vermeiden.

Saugzuggebläse und Schornsteine sind organisch zusammengebaut. Jede Saugzuganlage hat zwei Gebläse, die die Firma Fröhlich freiliegend aufkeilt und mit ihren einander zugekehrten Ansaugenden an einen zwischen ihnen befindlichen Saugkanal anschließt. Bei der Anlage der Gesellschaft für Ventilatorzug saugen die Räder, die mit ihren blinden Enden auf einer durchgehenden Welle gegeneinander geschoben sind, aus zwei getrennten Kanälen an. Bei beiden Firmen kann jede Saugzuganlage wahlweise an einen der zwei angeschlossenen Kessel angeschaltet werden. Die Firma Fröhlich stellte den Schornstein auf ein Portal, unter dem die Saugzuganlage vom Schornsteingewicht entlastet steht. Die Gesellschaft für Ventilatorzug setzte den Schornstein auf das verstärkte Gehäuse der Saugzuganlage.

Da die Angaben der Firmen über die erforderliche Zugstärke weit voneinander abwichen, wurden die Gebläse reichlich bemessen und doppelseitig durch Motoren angetrieben. Die Leistung dieser Motoren, die auf den Wellenenden sitzen, wurde so gewählt, daß bei Betrieb mit beiden Motoren jeder Kessel rd. 90 t/h Dampf erzeugen kann, und daß ein Motor noch für eine Leistung von 70 bis 75 t/h ausreicht, wenn sich später erweist, daß der Zugbedarf nicht höher als der veranschlagte ist. In diesem Fall könnte später, wenigstens im Sommer, wenn die hohe Spitze wegfällt, ein Motor abgeschaltet und als Reserve verwendet werden.

Die Kesselanlage wurde mit Meßgeräten reichlich ausgestattet, die für jeden Kessel auf einer Tafel vereinigt sind. Da ein Kesselwärter vier Kessel bedient, sind zwischen dem ersten und zweiten und dem dritten und vierten Kessel jeder Reihe die Gerätetafeln einmal rechts und einmal links vom zugehörigen Kessel angeordnet, so daß sie symmetrisch zum Platze des Kesselwärters liegen

Abb. 34
Kühlheizfläche in einer Feuerkammer

a Kühlrost
b Seitenwandkühlung
c Rückwandkühlung
d Kesselrohrbündel

Abb. 35
Tragrost des Kessels

a Anschluß der Tragkonstruktion für die Aschentrichter
b Öffnungen für Kühlluft
c Mittelstütze unter Träger 𝔄
z Vorkragung des Rahmens *III*
𝔄, 𝔍 Tragrostträger
1 Vorderste Pendelstütze unter dem 1. Rahmen
I Füße der 2. Rahmen.
III Holm des 1. Rahmens

Abb. 36 und 37
Entwurf der AEG für den Träger 𝔈 in der Kesselstirnwand und über der Feuerraumdecke

a Stange zum Halten der Hängeeisen
b, b Hängeeisen für die Mauerwerkschürze *k*
c Ausdehnungsfuge
d Feuerraumdecke
e Hängeeisen für *d*
f Heizerbühne
g Ventilator
h Luftschlitze in der Stirnwand
i Halteeisen für die Mauerwerkschürze
k, k Mauerwerkschürze
l Trennwand
m Sterchamolsteine
r Kühlluftaustrittsrohre
a_1 Kühllufteintritt für Träger $\mathfrak{F}_1$

und von ihm leicht überblickt werden können, Abb. 42. Die Geräte sind auf senkrechten Tafeln angebracht, vor denen kleine Schaltpulte mit sämtlichen Motorenschaltern angeordnet sind. Über den Schaltern sind die zugehörigen Stromzeiger angeordnet.

Die Anlasser der Motoren für die Saugzug-, die Verbrennungsluft- und die Einblaseluftventilatoren und die Zuteilschnecken der Brenner werden vom Schaltpult aus elektrisch ferngesteuert. Links auf jeder Gerätetafel sitzen die Zug- und Druckmesser, acht in einem Rahmen vereinigte Meßgeräte, rechts die ebenso angeordneten Temperaturanzeiger. Im Mittelfeld sind unten der Dampfmesser, darüber die Anzeiger für den CO- und CO_2-Gehalt der Rauchgase und den Kesseldruck untergebracht. Die gespeiste Wasser- und die erzeugte Dampfmenge werden mit Venturirohren gemessen und auf einem fortlaufenden Band aufgezeichnet. Die Dampfmesser haben Ferngeber, die die Anzeige auf die Geräte der Kesseltafeln, auf ein Hauptgerät an der an das Maschinenhaus angrenzenden Stirnwand des Kesselhauses, Abb. 42, und auf ein Gerät in der dampftechnischen Warte übertragen, von wo aus die Befehle einheitlich nach dem ganzen Kraftwerk erteilt werden.

Seitlich von den Gerätetafeln und den Schaltpulten der Kessel befinden sich die Handräder zum Betätigen der Drosselklappe im Leerfuchs, der Klappen in den Saugstutzen der Unterwindgebläse, der Klappen in den Leitungen für die Einblaseluft, der Mischklappen in den gleichen Leitungen und der Klappen in den Kanälen.

Aufbereitung und Vermahlen der Kohle

Auch für die Kohlentrocken- und Mahlanlage gab keine deutschen Vorbilder. Sogenannte Einheitsmühl die den Staub unmittelbar in den Feuerraum einblas waren im Jahre 1925 noch nicht für größere Kessel e wickelt. Da man jedem Kessel mindestens zwei sol Mühlen hätte zuordnen müssen, wäre die Anlage 32 Einzelmühlen recht vielgliedrig geworden; auch später beabsichtigte selbsttätige Feuerregelung hätte s dabei nur unvollkommen durchführen lassen. Bei ei zentralen Mahlanlage kam man aber im ersten Ausb mit 6 bis 8 Mühlen aus und brauchte beim Ausfall ei Mühle nicht unter Umständen einen ganzen Kessel st zulegen. Eine solche Anlage empfahl sich auch desha weil darin außer den verschiedenartigsten deutschen u englischen Steinkohlen auch getrocknete Braunkohle u Schwelkoks vermahlen werden konnten.

Schließlich war noch vorgeschrieben, daß die Anla Kohle mahlen sollte, die bis zu 12 vH Wasser enth Bis 1925 kannte man für Steinkohle in Deutschland n Trockner mit Feuergas-Beheizung, die sich aber weg ihres großen Platzbedarfes und wegen ihres unsaube Betriebes für ein Großkraftwerk nicht eignen. Kli genberg schlug vor, die für Braunkohle bewährt umlaufenden Dampftrockner den Anforderungen für

Abb. 38
Tragkonstruktion und Hängeeisen der Feuerraumdecke der AEG-Feuerung

𝔈 Träger für die Kesselstirnwand und Feuerraumdecke
a Stange zum Halten d. Hängeeisen
b Hängeeisen
d Steine der Doppeldecke
e Hängeeisen für Feuerraumdecke
r Kühlluftaustrittsrohr

Abb. 39
Ansicht der Feuerraumdecke der AEG-Feuerung
(Abb. 40 und 41, s. Textbl. 34)

ocknen von Steinkohle anzusen. Zu diesem Zweck führte AEG an einem Braunkohlenckner eingehende Versuche Steinkohle durch, die zeig, in welcher Weise die Trock umgebaut werden müssen, empfahl der Bewag auf und der günstigen Ergebnisse ser Versuche, solche Trockaufzustellen.

Ähnlich wie die ungefügen mmeltrockner mit Feuergasheizung schieden auch die gsamlaufenden Kugelmühlen gen ihres Platzbedarfes und andern triftigen Gründen . Schnellaufende Mühlen wa aber Anfang 1925 in Deutschd nur bis rd. 5 t/h Leistung robt. Die günstigen Eincke während der amerikanien Studienreise des Verfass veranlaßten die AEG, die fstellung von 6 Raymond-Penmühlen von je 12 t/h Leistung zuschlagen, von denen je zwei em Dampftrockner von 24 t/h stung zugeordnet wurden.

Die in einigen amerikanien Kraftwerken gewählte fstellung der Aufbereitanlage einer Längswand des Kesselses schien unzweckmäßig, l an Baukosten kaum gespart, r dem Kesselhaus Licht und t genommen worden wäre. ßerdem wäre man bei der fstellung weiterer Kesselhäu in unangenehmer Weise festgelegt gewesen. Man lte daher die Aufbereitanlage etwa 50 m von den ien Stirnseiten der Kesselhäuser entfernt auf.

Hierfür bestanden zwei grundsätzlich verschiedene glichkeiten, je nachdem, ob man die Trockner oberhalb r neben den Mühlen aufstellte. Im ersten Fall wurde Gebäude verhältnismäßig hoch, die Kohle konnte r in dauerndem Fall von den hochgelegenen Rohlenbunkern durch die Trockner und durch die Mühlen ßen. Man braucht daher kein besonderes Fördermittel ischen Trocknern und Mühlen. Im zweiten Fall wurde Gebäude erheblich niedriger und breiter, die Trockenle mußte aber durch Becherwerke in die Einlaufker der Mühlen gehoben werden.

Abb. 42
Blick auf den Stand des Kesselwärters (Bühne + 14,9)

a_1 a_2 Tafeln für Geräte und elektr. Schalter für Kessel I u. II
b_1 b Tafeln für Betätigungshandräder für Kessel I u. II
c Kohlenstaub-Einblasleitungen
d Einblasluftleitungen zwischen Gebläsen und Sammelrohren für die Brenneranschlüsse
e Befehls- und Gerätetafel zum Anzeigen der Dampferzeugung in den acht Kesseln eines Kesselhauses
f Schreibpult und Fernsprecher

Da überwiegend mit feuchter Rohkohle zu rechnen war, die erst nach Trocknung gemahlen werden kann, gab man der Aufstellung der Trockner über den Mühlen den Vorzug, Abb. 43, um an Kraftbedarf und Ausbesserungen der Zwischenförderer zu sparen und mit tunlichst wenigen Fördermitteln auszukommen. Die Kohle wird in Kübeln von rd. 9,5 m³ Inhalt von einer der beiden Kübelkatzen hochgehoben und in die Rohkohlenbunker g geworfen, die lange schlitzförmige Ausläufe haben und bei mäßiger Bunkerhöhe ein großes Fassungsvermögen ergeben. Die Bunker werden durch Kratzbänder unter ihren Auslaufschlitten entleert. Die Kohle gelangt dann über Magnetwalzen zu den Trommeltrocknern k. Genügend trockene Rohkohle wird unter Umgehung der

a Stichkanal
b Kohlenlager
b¹ Kohlenlagerbrücke (fahrbar)
c Einwurftrichter mit Standbahn
d Förderbrücke
e Brechergebäude
f Drehscheibe
g Rohkohlenbunker
h Austragevorrichtung
k Trockentrommel
l Antriebsmotor für Trockentrommel
m Einwurfschurre
m_1 Umleitschurre mit Klappe
n Umleitschnecke mit Klappe
o Verteilbunker der Mühlen
p Kohlenmühle
q Ventilator
r Zyklon
s Kohlenstaubförderschnecken
s_1 Kohlenstaubbunker
s_2 s_3 Kohlenstaubpumpen
t Filter
u Staubsammelkanal
v Exhaustor
w Entstaubung
x Elektroentstaubung

Abb. 43. Weg der Kohle durch die Kohlenaufbereitung

Abb. 44
Mühlenraum im Gebäude der Aufbereitanlage

a Trockenkohlenbunker der Mühlen
b Windsichter
c Mühlenabluft zum Gebläse
d Gebläse
e Mühlenzuluft vom Zyklon

Trockner durch Schurren *m* unmittelbar den Schneck zugeleitet, mit denen sie jeder beliebigen Mühle zugef werden kann.

Ein Trockner kann also nicht nur die beiden ihm nachbarten, sondern auch andre Mühlen versorgen, durch die Betriebsicherheit der Anlage wesentlich er wird. Die Brüden der Trockner werden in Elek filtern *x* entstaubt. Genügend ausgemahlener Staub v von den über den Mühlen sitzenden Windsichtern in Umlaufluft über Gebläse *q* zu den Zyklonen *r* geför wo er sich abscheidet. Dann bringen ihn Schnecke zum Vorratsbunker über den Kohlenstaubpumpen s_2 un die ihn nach den Kesselbunkern drücken. Auch der Elektrofilter abgeschiedene Staub fällt den Schnecken Sämtliche staubführenden Vorrichtungen und Leitun stehen unter einem geringen Unterdruck, damit Staub ins Freie treten kann. Die zu diesem Zweck ernd abgesaugte Luft wird in Beth-Schlauchfiltern staubt.

Der Mühlenraum, Abb. 44, ist von dem Raum, in die Mühlenmotoren, die Kompressoren für die Ver gung der Kohlenstaubpumpen mit Druckluft und die toren für die Mühlengebläse aufgestellt sind, Abb. durch eine Wand getrennt, damit kein Kohlenstaub dringen kann.

Grobstückige Kohle wird, bevor sie den Rohkoh bunkern über den Trocknern zugeführt wird, in ei Brecheranlage an der Stirnseite der Mahlanlage, Abb

a Motoren für Mühlen
b Motoren für Kompressor
c Kompressor
d Windkessel
e Galerie für Motoren der Mühlengebl

Abb. 45 Kompressorenraum im Gebäude der Aufbereitanlage

Abb. 48 bis 50
Plan der Kohlenstaubförderanlage

a Kompressoren
b Motoren für *a*
c Windkessel
d Druckluftableitung
e Staubbunker
f Staubpumpen
g Verteilschalttafel
h Staubförderschnecken
i Mühlen
k Anfahrschieber
l Absperrschieber
m Anfahrleitung
n Staubförderleitungen
o Achtwegeschieber
q Staubbunker im Kesselhaus
r Strömungsanzeiger
s Staubauflockerleitungen
t Luftwindkessel
u Preßluftleitung für Luftwindkessel

Abb. 46 und 47
Schnitte durch die Kohlenstaub-Aufbereitanlage

a Kübelkatze
b Laufbahn für *a*
c Rohkohlenbunker
d Bunkerentleerung
e Kohlenzulauf zum Trockner
f Trockner
g Schnecken für Trockenkohle
h Mühlenbunker
i Mühlen
k Motoren für *i*
l Mühlengebläse
m Luftleitung zum Zyklon *t*
n Luftleitung vom Zyklon *t*
o Schnecken für Kohlenstaub
p Einwurf von *o* in Pumpenbunker
q Pumpenbunker
r Staubpumpen
s Rückführschnecke zum Pumpenbunker
t Zyklon
u Wiegebunker
v Staubpumpen unter dem Wiegebunker
w Elektrofilter
x Schlot des Elektrofilters
y Umgehungsschlot
z Kompressorenraum
aa Brecheranlage
bb Entstaubungs-Sammelkanal
cc Schlauchfilter
dd Motoren für Mühlengebläse

und 47, vorgebrochen. Sämtliche Kohlenmengen werden während der Förderung mit der Kübelkatze auf einer selbsttätigen Schreibwage gewogen.

Der Kohlenstaub gelangt von den Mühlen zu den zwei in ihrer Achse gelegenen Vorratbunkern *q*, Abb. 46, von je 160 m³ Inhalt, an deren Ausläufen je zwei AEG-Kohlenstaubpumpen *r* von je 50 t/h Leistung angeordnet sind. Neben den Vorratbunkern sind zwei Wiegebunker *u* von je 20 m³ aufgestellt, die gleichfalls in zwei Pumpen *v* von der gleichen Leistung münden und bis zu 100 t/h Staub verwiegen können. Zu jedem Kesselhaus führen zwei Leitungen *n* von 250 mm l. W., Abb. 48 bis 50, die so geschaltet sind, daß jede Pumpe in jedes Kesselhaus speisen kann. Z. B. kann eine zum Kesselhaus *A* führende oder eine zum Kesselhaus *B* führende Leitung mit jeder der Pumpen verbunden werden. Auch die Pumpen der Wiegevorrichtung können in je einen der Stränge fördern, die zu den Kesselhäusern *A* und *B* führen.

Die Staubleitungen sind über eine überdeckte Brücke nach der freien Ecke des Kesselhauses *A* verlegt, wo sie im Treppenhaus emporgeführt werden. Zwei Leitungen

Abb. 51 und 52
AEG-Achtwegeschie
für Kohlenstaub

Verstellmotor
b Zahnradgetriebe
c Kupplung
d Verstellvorrichtung für antrieb
e Ferngeber zur Verteil tafel im Aufbereitg
f Stellungsanzeiger im bereitgebäude
g Schiebergehäuse
h Schieber
i zu den Kesselbunkern
k Anschluß für Ausblase

führen dann unmittelbar in die Laterne des Kesselhauses *A*, die beiden übrigen gelangen über eine die Dächer der beiden Kesselhäuser verbindende Brücke zur Laterne von Kesselhaus B. Der längste Förderweg beträgt rd. 350 m.

In den Kesselhäusern münden die Staubleitungen axial in Achtwegeschieber, Abb. 51 u. 52, die dazu dienen, die Leitungen mit den acht Kesselbunkern zu verbinden. Den Anschluß an einen bestimmten Bunker vermittelt eine im Gehäuse *g* drehbare Trommel *h*, die vom Pumpenraum im Mahlgebäude aus elektrisch verstellt wird. Vor den Eintrittstellen der Staubleitungen in die Kesselbunker sitzen Strömungsanzeiger, die durch Lichtsignale erkennen lassen, ob die Staubförderung richtig arbeitet. Sie bestehen aus kleinen in den Staubluftstrom tauchenden Löffeln, die gegen die Spannung von Federn durch den Staubstrom niedergedrückt werden und einen Stromkreis schließen, in den Signallampen auf der Schalttafel im Pumpenraum eingeschaltet sind.

In verschiedener Höhe der Staubbunker angebrachte, gleichfalls elektrisch betätigte Staubstandanzeiger lassen erkennen, wie hoch die Bunker gefüllt sind. In die Luftleitungen zu den Kohlenstaubpumpen sind Preßluftmesser mit Quecksilberkontakten eingebaut, die den Pumpenmotor stromlos machen, sobald die Luftmenge unter einen Mindestwert sinkt. Dadurch werden Verstopfungen der Pumpen verhindert.

Sämtliche Fernzeigegeräte der Kohlenstaub-Förderanlage, wie die für den Stand der Achtwegeschieber in den Kesselhäusern, die Signallampen der Strömungsanzeiger, der S standanzeiger an den Bunkern in den Kesselhä über den Staubpumpen, der elektrischen Tempe anzeiger in den Bunkern usw., sind mit den zug gen Betätigungsschaltern und Handrädern übersic auf einer großen Schalttafel im Pumpenraum ver Abb. 53 und 54, von der aus die ganze Anlage von einzigen Mann überwacht und bedient werden kann

Abb. 53
Schalttafel der Staubförderanlage

a Pumpenmotorschalter
b Pumpenmotoranlasser
c Pumpenmotor-Stromzeiger
d Druck der Förderleitung
e Kompressordruck
f Einblaseluftventile
h Staubstand im Pumpenbunker
i Temperatur im Pumpenbunker
k Stellungsanzeiger für Anfahrschieber
l Stellungsanzeiger für Achtwegeschieber
m Schalter f. Achtwegeschieber
n Temperatur im Kesselbunker
o Staubstand im Kesselbunker
p Strömungsanzeiger
q Überlaufrelais für Kesselbun
r Luftmengenmesser
s Betätigung für Dreiwegeschieber

Abb. 54
Schalttafel der Kohlenstaub-Förderanlage

[B 6

Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

Von E. A. Kraft, Berlin

(Hierzu Tafel 10 und Textblatt 35 und 36)

Entwurf und Bau der Hauptturbinen von 80 000 kW, bei 1500 Uml./min. Konstruktive Durchbildung der Vorwärmturbinen von 10 000 kW bei 3000 Uml./min und der Antriebturbinen von 650 kW bei 6000/1470 Uml./min für die Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb.

Die Hauptturbinen

r die Hauptturbinen ergaben die einleitenden Untersuchungen günstigste Werte bei der Aufteilung der Gesamtleistung des Kraftwerkes auf drei Dreifachnsionsturbinen von je 80 000 kW Leistung mit glei- Lastverteilung auf zwei Wellen und der gemein-ı Drehzahl von 1500 Uml./min. Die vier Teilturbinen Maschinensatzes wurden so angeordnet, daß HD- und 'urbine einen, die beiden ND-Turbinen den zweiten vollkommen gleich ausgeführten Stromerzeuger an-n, Abb. 1 bis 4.

)ie HD-Turbine, Abb. 5, Taf. 10, besteht aus einem :ränzigen Geschwindigkeitsrad von 1000 mm mittlerem hmesser und 14 einkränzigen Gleichdruckstufen vom gleichen Durchmesser. Der Dampf strömt mit 33,5 at abs, 400 ° zu und verläßt den HD-Teil mit etwa 14 at abs.

In der MD-Turbine verarbeiten 16 einkränzige Gleichdruckstufen von 1400 mm Dmr. den Dampf weiter bis auf etwa 2,3 at abs. Mit diesem Druck wird er in einem weiten Überströmrohr zu den beiden ND-Turbinen, Abb. 6, Taf. 10, geleitet, von denen jede aus 24 Überdruck-Trommelstufen mit 1360 mm bis 2900 mm Dmr. besteht und dem Dampf seine bei der restlichen Entspannung bis auf 96 vH Luftleere frei werdende Energie entzieht. Der Dampf strömt durch die HD- und MD-Turbinen ebenso wie durch die beiden ND-Turbinen in entgegengesetzten Richtungen, so daß sich die Axialschübe im HD-Drucklager nahezu, im ND-Drucklager vollkommen aufheben.

Abb. 1 bis 4
Anordnung der viergehäusigen Kondensationsturbinen nebst Stromerzeugern
$N = 80\,000$ kW; $n = 1\,500$ Uml./min

a HD-Turbine, *b* MD-Turbine } $N = 40\,000$ kW, $n = 1\,500$ Uml./min
c ND Turbine I, *d* ND Turbine II } $N = 40\,000$ kW, $n = 1\,500$ Uml./min
e Stromerzeuger, $N = 44\,000$ kVA, $n = 1\,500$ Uml./min
f Schnellschlußventile
g Kondensatoren *h* Ölkühler

Das Gehäuse der HD-Turbine aus Stahlguß ist nur in der Wagerechten geteilt. Die ebenfalls in der Wagerechten geteilten Zwischendeckel aus SM-Stahl werden von zwei Einsatzzylindern aus Stahlguß getragen, die in Ringnuten des Gehäuses dampfdicht eingesetzt sind. Da diese Einsatzringe auf allen Seiten von Dampf umgeben sind, sind die Wärmedehnungen der ruhenden und der kreisenden Teile nahezu gleich groß, so daß die vorgesehenen Schaufelspielräume auch im Betriebe gewahrt bleiben.

Das MD-Gehäuse ist senkrecht einmal geteilt. So konnte der dem Stromerzeuger zugekehrte Einströmteil aus Stahlguß hergestellt werden, während der Ausströmteil aus Heißdampf-Gußeisen besteht, da hier Druck und Temperatur des Dampfes bereits genügend weit heruntergegangen sind.

Die beiden ND-Gehäuse sind einander vollkommen gleich. Sie bestehen ganz aus Heißdampf-Gußeisen und sind senkrecht und wagerecht je einmal geteilt. Ihr wichtigster Teil ist der Abdampfstutzen, von dessen konstruktiver Durchbildung letzten Endes die Möglichkeit abhängt, eine hohe Luftleere wirklich auszunutzen, d. h. einen meßbaren Spannungsabfall vom Austritt des Dampfes aus der letzten

Abb. 8
Abdampfgehäuse während der Bearbeitung

Abb. 9
Abdampfgehäuse der Kondensationsturbine

Schaufelreihe bis zu seinem Eintritt in den Kondensator durch stetige Querschnitterweiterung und Diffusorwände zu vermeiden. Angesichts der riesigen Abmessungen bei der nur etwa 60 mm im Mittel betragenden Wanddicke des Abdampfstutzens war die nötige Steifigkeit des Abdampfgehäuses nur durch Versteifung mittels Stehbolzen zu erzielen. Beides, die Diffusorwände und die Versteifungsbolzen, sind in Abb. 7[1]) zu erkennen. Die Größenverhältnisse eines solchen rd. 80 t schweren, in der Teilfuge rd. 6,5 m breiten Abdampfstutzens zeigen auch Abb. 8 und 9.

Alle vier Turbinenläufer sind unterkritisch ausgebildet und ruhen in je zwei Lagern. Der HD-Läufer, Abb. 5, ist mit seinen Gleichdruckscheiben aus einem einzigen Schmiedeblock hergestellt; infolgedessen konnte der Abstand der einzelnen Stufen voneinander auf ein Mindestmaß beschränkt und die Baulänge des Läufers zwischen den Lagern sehr klein bemessen werden. Nur das Rad der ersten, zweikränzigen Geschwindigkeitstufe ist mittels einer kegeligen Ringbüchse auf die Welle aufgezogen.

Die große Arbeitsdampfmenge führte trotz des im HD-Teil noch geringen spezifischen Dampfvolumens auch schon hier zu reichlichen Schaufellängen, die bekanntlich eine der wesentlichsten Voraussetzungen für einen guten Wirkungsgrad bilden. Die Schaufellänge im HD-Teil nimmt von der ersten bis zur letzten Gleichdruckstufe von 77 mm bis auf 126 mm zu, Abb. 10 bis 15. Schaufelbaustoff für die HD-Turbine ist durchweg, auch für die Deckbleche, nichtrostender Stahl.

Die Räder der MD-Turbine wurden einzeln auf die Welle aufgezogen und mit Büchsen darauf befestigt. Die Schaufeln der ersten MD-Stufen bestehen aus nichtrostendem Stahl, die der folgenden Stufen aus Stahl mit niedrigem Nickelgehalt. Über die Schaufellängen geben Abb. 16 bis 21 Auskunft.

Die 24 Überdruckstufen jeder der beiden ND-Turbinen sind in zwei Gruppen auf einer Trommel mit abschließendem Stern angeordnet. Alle Teile dieser Trommel sind aus geschmiedetem SM-Stahl hergestellt und in der Achse durchbohrt. Einen zusammengefügten und fertig beschaufelten ND-Läufer zeigt Abb. 28[1]). Auch hier ist auf unbedingt stetige Zunahme der Dampfquerschnitte, die in den Schaufellängen zum Ausdruck kommen, besonders geachtet. Die Laufschaufeln der letzten Stufe, Abb. 25 bis 27 haben 610 mm freie Länge bei 2890 mm mittlerem Stufendurchmesser. Die ersten Leit- und Laufschaufeln der ND-Turbinen, Abb. 22 bis 24, bestehen aus Stahl mit niedrigem Nickelgehalt, die letzten aus nichtrostendem Stahl, die Schaufeldeckbänder aus Messing, Monelmetall oder aus nichtrostendem Stahl.

[1]) Textbl. 35.

Abb. 29
Allseitig bearbeitete Dampfdüsen aus dem HD-Teil

In der HD-Turbine bestehen die Zwischendeckel aus Stahlguß; die in sie einzeln eingesetzten Düsen sind sämtlich aus Stahl hergestellt und allseitig bearbeitet, Abb. 29. In der MD-Turbine sind die gußeisernen Zwischendeckel unmittelbar in das Turbinengehäuse eingesetzt. Das Dampfvolumen und damit die radialen Düsenhöhen sind hier schon genügend groß, so daß die Stahlbleche, die die Düsen bilden, unmittel-

20 77 20 126 20 69 30 277 26 171 HD MD 30 610 70 ND

Abb. 10 bis 15 Abb. 16 bis 21 Abb. 22 bis 27

Abb. 10 bis 27
Erste und letzte Laufschaufeln der HD-, MD- und ND-Turbinen

Abb. 30 und 31
Lagerbock zwischen HD- und MD-Turbine

a hinteres Lauflager der HD-Turbine
b Axialspielanzeiger
c starre Kupplung
d gemeinsames Drucklager der HD- und der MD-Turbine
e hinteres Lauflager der MD-Turbine
f Öleintritt
g Druckklötze
h Ölaustritt

Abb. 32 bis 35
Elektrische Alarmvorrichtung für die Verschiebung des HD- und MD-Läufers

a Läuferwelle der HD-Turbine
b Druckknopfschalter zur Prüfung der Leitung und der Alarmglocke
c MD-Turbinenwelle
d Kontaktschrauben
e Spurscheibe der Kupplung
f Alarmglocke

.n die Zwischendeckel eingegossen werden
1.

der Dampfdruck hinter der ersten Stufe bei der
sichtlich häufigsten Belastung 27 at abs beträgt
ch am Ende der HD-Turbine noch hoch ist, stellte
here Abdichtung des HD-Gehäuses besondere Auf-
Es wurden zunächst Dampflabyrinth-Stopfbüchsen
robter Ausführungsform eingebaut, gleichzeitig
wurde auch die Möglichkeit vorgesehen, Stopf-
n mit mehreren radial hintereinandergeschalteten
nthgruppen an ihre Stelle zu setzen.

e beiden Lauflager und das Drucklager zwischen
iden Turbinen jedes Wellenstranges sind je in ge-
men Lagerböcken, Abb. 30 und 31, angeordnet,
die beiden Lauflager zwischen der MD-Turbine
m zugehörigen Stromerzeuger. Das hintere Lager
)-Turbinen dagegen stützt sich auf das Abdampf-
e, so daß der eigentliche Lagerbock zwischen der
rbine und dem Stromerzeuger nur die Wellenkupp-
nd das Lager des Stromerzeugers einschließt.

le Lagerschalen sind mit Weißmetall ausgegossen
ıf der Außenseite kugelig ausgebildet, damit sich
ellen leichter einstellen. Die Drucklager sind
seitige Einringlager mit beweglichen Druck-
ı aus Bronze, die an den Tragflächen mit Weiß-
ıusguß versehen sind. Bei etwa vorkommender
ung der Druckklötze wird eine unzulässige Ver-
ıng der Wellen, die eine Beschädigung der Tur-
eschaufelung zur Folge haben könnte, durch eine
vorrichtung, Abb. 32 bis 35, angezeigt. Überdies
as jeweilige Axialspiel auch während des Betriebes
em besonderen Gerät abgelesen werden, so daß die
ge Lage der Turbinenläufer gegenüber den Ge-
ständig festgestellt werden kann.

e beiden Wellenstränge der Haupturbinen sind
ıur dampfseitig, sondern auch elektrisch gekuppelt;
en daher nur eine gemeinsame Regelung der Frisch-
einströmung an der HD-Turbine. Der Druck vor
D-Teil ist dabei so gewählt, daß das Nutzgefälle
ide Wellenstränge und damit auch ihre Leistungen
ırmaler Belastung und normalen Dampfverhält-
gleich sind. Auf die Durchbildung aller
eile sowie auf die Sicherheitsvorrichtungen mußte
n riesigen Abmessungen, die sich für eine Anlage
)000 kW ergeben, besondere Aufmerksamkeit ver-
t werden.

e Regelung wurde so entworfen, daß bis zur Halb-
n Ventil, bis zur Dreiviertellast zwei und bis zur
t drei Ventile öffnen und Dampf durch drei Düsen-
, Abb. 36 und 37, zu den drei, einen vollen Kranz
len Düsengruppen strömen lassen. Für Über-

Abb. 36 und 37
Düsenkasten der HD-Turbine

last sind zwei Einlaßventile vorgesehen, von denen das erste den Frischdampf vor besondere Düsen der achten Stufe der HD-Turbine leitet und das zweite gedrosselten Frischdampf in die Überströmleitung zwischen HD- und MD-Turbine einströmen läßt. Diese beiden Überlastventile sind nicht nur dazu bestimmt, bei normalen Dampfverhältnissen, aber besserem $\cos\varphi$, die Leistung der Anlage bis zur Grenze zu steigern, sondern sie sollen vor allem auch bei geringerem Kesseldampfdruck und bei einer durch wärmeres Kühlwasser verschlechterten Luftleere noch die volle Leistung sichern. Die drei Hauptdüsenventile sind auf dem vorderen Ende der HD-Turbine nebeneinander in einem Einströmkasten zusammengefaßt, während die beiden Überlastventile hinter ihnen angeordnet sind, damit sie die Breite der ganzen Maschine nicht vergrößern.

Das erste und größte Düsenventil ist zur Entlastung der Regelteile als Tellerventil mit Vorhubkegel ausgebildet, Abb. 38; für die übrigen Ventile konnte ein Vorhubventil entbehrt werden, da der Druck in der ersten Stufe bei zunehmender Belastung ansteigt. Alle fünf Ventile werden von einer gemeinsamen Steuerwelle aus betätigt, deren Nocken so ausgebildet sind, daß sich die Belastung der Turbine nach kurzem Regelspiel dem Hub des Geschwindigkeitsreglers verhältnisgleich ändert.

Gegen Durchgehen ist die Maschine wie üblich in zweifacher Weise geschützt: einmal kann der Drehzahlregler, Abb. 39 und 40, sämtliche Ventile abschließen, ferner sind an der HD- und an der vorderen ND-Turbine Schnellschlußvorrichtungen vorhanden, die beim Überschreiten der höchsten zulässigen Drehzahl die Hauptabsperrventile zum Schließen bringen. Da die Turbinen für ununterbrochenen Dauerbetrieb bestimmt sind, ist auch die Möglichkeit vorgesehen, die Sicherheitsregler und die Gestänge und Ventile der Schnellschlußvorrichtungen während des Betriebes zu erproben.

Sollte durch irgendeinen Zufall die Kondensation versagen, die Luftleere also sinken, so würden die ND-Turbinen und Kondensatoren einer ungünstig hohen Temperaturbeanspruchung ausgesetzt werden. Um dies zu verhüten, sind an die ND-Turbine ein Druckregler, der unmittelbaren Einfluß auf den Servomotor der Frischdampf-Regelventile hat, und an die Abdampfleitungen ein selbsttätiges Auspuffventil angeschlossen, durch das der Abdampf aus den Turbinen ohne unzulässige Drucksteigerung ins Freie entweichen kann.

Der gesamte Ölbedarf der Steuerung und der Lagerstellen wird von vier Zahnradölpumpen gedeckt, von denen je zwei in den vorderen Lagerböcken der HD-Turbine und der vorderen ND-Turbine angeordnet sind. Drei davon fördern Öl von rd. 5 at Überdruck f Steuerung, die vierte hat nur 0,5 at Überdruck f Lagerschmierung. Arbeitet die Steuerung, so das Drucköl von 5 at zum Steuerschieber des motors, während das von dem Servomotor verbr Öl in die Lagerölleitung fließt, so daß den Lager

Abb. 38
Schnitt durch ein Haupt- und ein Überlastventil der F dampfregelung

a Steuerzylinder
b Nockenwelle
c Regulierhebel f. d. Hauptventil
d Regulierhebel für das Überlastventil
e Ventilaufsatz f. d. Hauptventil
Ventilaufsatz f. d. Überlastventil
g Einströmkasten f. d. Haupt
h Einströmkasten für das lastventil
i Vorhubkegel
k Hauptventil
l Überlastventil

Kraft: Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

Abb. 28. Niederdruckläufer der viergehäusigen Kondensationsturbine

Abb. 7. Abdampfgehäuse der viergehäusigen Kondensationsturbine während der Bearbeitung

Abb. 55. Halle der Vorwärmturbinen und der Kesselspeisepumpen

Abb. 53. Vorwärmturbine von 10 000 kW bei 3000 Uml./min

Kraft: Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

RZ463Z44

Abb. 44
Viergehäusige Kondensationsturbine von 80 000 kW bei 1500 Uml./min

RZ463Z45

Abb. 45
Halle der Hauptturbinen und Haupt-Drehstromerzeuger

Abb. 39 und 40
Außenlagerbock der HD-Turbine mit Drehzahlregler und Zahnradölpumpen

a Drehzahlanzeiger
b Drehzahl-Verstellvorrichtung
c Antriebschnecke
d Schnellschlußregler
e Außenlager der HD-Turbine
f HD-Turbinenwelle
g Drehzahlregler
h Zahnradölpumpe

Schnitt A—B

Abb. 41 bis 43
Leitungsplan der Ölversorgung fur den HD- und MD-Teil der Kondensationsturbinenanlage

a zum Ölkühler
b vom Ölkühler
c Ölbehälter
d zu dem ND-Turbinensatz
e Druckölleitung
f Ölablaufleitung
g Ölverteilventil
h Ölpumpen

Abb. 46 bis 49
Anordnung der Kondensationspumpengruppe mit Turbinen- und Motorantrieb

a Drehstrommotor, $n = 500$ Uml./min
b Kühlwasserpumpe, $n = 500$ Uml./min
c Zahnradvorgelege
d Ölbehälter
e Turbine, $n = 5000$ Uml./min
f Aufschlagwasserpumpe, $n = 1000$ Uml./min
g Kondensatpumpe, $n = 1000$ Uml./min

während des Regelvorganges kein Öl entzogen wird. Die Anordnung dieser Druckölleitung für den HD- und MD-Teil der Anlage zeigen Abb. 41 bis 43.

Für das Anfahren und Auslaufen der Maschine ist eine besondere Hilfs-Zahnradölpumpe mit Dampfturbinen-Antrieb vorgesehen, die beim Öffnen des Hauptabsperrventils schon bei geschlossenem Anfahrventil selbsttätig in Betrieb gesetzt wird. Sobald die Hauptpumpen genügend Öl fördern, schaltet sich die Hilfspumpe ab; beim Auslauf der Hauptmaschine vollziehen sich die gleichen Schaltungen in umgekehrter Reihenfolge.

Abb. 50
Turbinenläufer und Rädergetriebe der Kondensationspumpengruppe

Die vier Frischdampf-Absperrventile vor de Turbine sind im Fundament fest verankert, so da die Wärmedehnungen der von den Kesseln komm Frischdampfleitungen nicht auf die Maschine über können. Von den Absperrventilen führen, wie Abb. zeigen, je zwei unter Flur verlegte sehr nach Rohre zu Dampfsieben auf beiden Seiten der H bine, die jeden Fremdkörper, der etwa mit dem dampf mitgeführt werden könnte, von der Ma fernhalten. In die große Überströmleitung zu de Turbinen ist ein Wellrohr eingefügt, während beid des Rohres angeordnete schwere Anker jede Rü kung der Ausdehnung auf die Turbinengehäuse dern. Die vier Abdampfstutzen der beiden ND-Tei untereinander durch eine Rohrleitung verbunden, z. B. wenn ein Kondensator gereinigt werden soll ND-Teile auf den noch im Betrieb bleibenden K sator geschaltet werden können.

Alle Lager der Maschine ruhen auf festen mentblöcken, mit Ausnahme der Erregerlager; bei hat man die übliche Balkenkonstruktion beibehalte unter den Stromerzeugern Raum für die Luftküh schaffen. Das gesamte Fundament steht auf einer s Grundplatte, deren Breite und Länge in einem gü ren Verhältnis zueinander stehen, als wenn die Län Vielfaches der Breite wäre.

Die ersten Messungen an einer der drei Mas haben die folgenden Ergebnisse geliefert:

Der Dampf vor dem Absperrventil der Turbine 32,0 at Überdruck und 400°; die Luftleere entspra Kühlwassertemperatur von 15° bei einer Kühlw menge von 17 000 m³/h.

Bemerkung

auf S. 1875 angegebenen Dampfverbrauchzahlen
kungsgrade sind bei einem internen Vorversuch
; ermittelt worden. Die maßgeblichen Garantie-
en haben während der Drucklegung des vor-
n Heftes stattgefunden; die Ergebnisse werden
·t veröffentlicht werden.

Abb. 51
Schnitt durch die Vorwärmturbine
$N = 10\,000$ kW, $n = 3000$ Uml./min

a Drehzahlregler
b Frischdampf, $p_1 = 33{,}5$ at abs
c HD-Turbine
d Anzapfreglung, $p_2 = 4{,}0$ at abs
e starre Kupplung
f Drucklager
g ND-Turbine
h Abdampf, $p_3 = 0{,}45$ at abs

g an den Klemmen	61 987	36 450	18 087	kW
erbrauch	3,82	3,91	4,21	kg/kWh
gsgrad, bezogen auf Leistung an den mmen	81,15	78,25	72,65	vH
gsgrad, bezogen auf Leistung an der plung des Strom-ugers	85,0	83,3	80,4	„ .

diesen Messungen wurde die Turbine bis an die mefähigkeit des Netzes, das waren damals nur 00 kW, belastet. Da jedoch ihre Konstruktionslei-noch erheblich höher ist, so dürfte sich auch der gsgrad noch entsprechend verbessern; bei den gen Teillasten wurde der vorausberechnete und leistete Dampfverbrauch erreicht oder um ein Ge-unterschritten. Bemerkenswert ist der außer-ich geringe Abfall des Wirkungsgrades bei Teil-bei denen der Verbrauch wesentlich niedriger s den abgegebenen Gewährzahlen entsprach.

b. 44 und Abb. 45, Textbl. 36, zeigen die fertigen nengruppen von der Dampfseite und von der Seite omerzeuger.

e Kondensationsanlage eines jeden Tur-tzes besteht aus zwei quer zur Turbinenachse en Oberflächenkondensatoren mit je 3300 m² Kühl-und zwei voneinander vollständig unabhängigen nsätzen; Wasserstrahlsauger ent-die Luft aus den Kondensa-Die Verbindung der Turbinen-pfstutzen mit den Kondensatoren durch Stopfbüchsenrohre mit schlauchdichtung und Wasser-uß gedichtet, die gewisse Ver-ungen nach jeder Richtung hin men können. Als Sperrwasser Kondensat aus der Druckleitung ondensatpumpe.

jedem Kondensator gehört ein geschlossener Kreiselpumpen-er aus einer Kühlwasserpumpe, Aufschlagwasserpumpe für den strahlsauger und einer Konden-pe besteht. In der Regel treibt Elektromotor die Kühlwasser-unmittelbar und über ein Zahn-gelege die übrigen beiden Pum-; beim Anfahren sowie bei etwa enden Betriebstörungen am Motor oder im Stromnetz dient hierzu eine Hilfsturbine mit Drosselregelung, die sonst in Luftleere mitläuft. Das Umschalten von Motor- auf Dampfantrieb und umgekehrt erfolgt selbsttätig. Infolge der Einschaltung des Zahnradvorgeleges konnten für die Pumpen sowie für die Antriebmaschinen die günstigsten Drehzahlen beibehalten werden. Die Turbine ist für 5000 Uml./min entworfen; bei dieser Drehzahl war auch mit geringen Baukosten ein guter Wirkungsgrad zu erzielen und auch die Radreibung im Leerlauf nur klein. Der Elektromotor dagegen, ein Hochspannungs-Drehstrommotor mit Kurzschlußanker in wasserdichter Ausführung, läuft wie die Kühlwasserpumpe nur mit 500 Uml./min. Als dritte Drehzahl von 1000 Uml./min kommt die der Aufschlagwasser- und der Kondensatpumpe hinzu. Es ergab sich daraus die Gesamtanordnung des ganzen Pumpensatzes, die in Abb. 46 bis 49 dargestellt ist. Die Zahnräder und den Turbinenläufer dieser Maschinengruppe zeigt Abb. 50.

Die Kondensatpumpe ist so bemessen, daß selbst bei Ausfall eines Pumpensatzes noch die gesamte Kondensatmenge von 270 t/h für die Volleistung der Hauptmaschinen gefördert werden kann. Die Wasserstrahl-Luftsauger haben außer der Düse keine dem Verschleiß unterworfenen Teile; ihre kleinen, billigen Düsen können im Notfalle leicht ausgewechselt werden. Ferner sind Wasserstrahlsauger gegen Schwankungen des Dampfdruckes unempfindlich, während Dampfstrahlsauger bei starkem Abfall des Dampfdruckes leicht abschnappen.

Abb. 52
Steuerschema der Vorwärmturbine

a Anzapfdruckregler
b Anzapfsteuerung
c Frischdampfsteuerung
d Gegendruckregler
e Ausschaltvorrichtung
f Drehzahlregler

Abb. 54
Schnitt durch die Antriebturbine der Kesselspeisepumpe
$N = 650$ kW, $n = 6000/1470$ Uml./min

a Drehzahlregler
b Drucklager
c Turbine
d nachgiebige Kupplung
e Zahnradvorgelege

Die Vorwärmturbinen und die Kesselspeisepumpen

Zweistufige Speisewasservorwärmung durch Dampf von 0,45 und 4,0 at abs hatte sich beim Entwurf der Anlage als am zweckmäßigsten ergeben; der Entwurf der Vorwärmturbinen lag damit in großen Zügen fest. Sie wurden als Anzapf-Gegendruckturbinen für je 10 000 kW Leistung bei 3000 Uml./min gebaut. Da Frischdampf von 32,5 at Überdruck bei 400° aus den Kesseln zur Verfügung steht, war das Gesamtgefälle der Vorwärmturbinen so groß, daß es in jeder Beziehung vorteilhaft schien, es auf zwei Gehäuse aufzuteilen, Abb. 51. Die Anzapfung erfolgt bei einem Druck von 4,0 at abs und einer größten Entnahmemenge von 65 000 kg/h am Ende des HD-Teiles, von wo vier Überströmrohre zu den Düsengruppen der ND-Turbine führen.

Der HD-Teil ist eine reine Gleichdruckturbine mit einer einkränzigen Stufe von größerem Durchmesser, die als Regelstufe dient, 12 Scheibenstufen von 600 mm Dmr. und schließlich 6 weiteren Gleichdruckstufen von 800 mm mittlerem Stufendurchmesser. Die Zwischendeckel der ersten 12 Stufen, die noch im heißeren Dampfstrom liegen, sind wie bei der Hauptturbine in zwei besonderen Einsatzringen zusammengefaßt, die dampfdicht im Gehäuse sitzen. Der Läufer besteht aus einem einzigen Stück, die Scheiben sind mit parallelen Wänden ausgeführt, was Baulänge und Läufergewicht verringert.

Die Regelstufe des ND-Teiles ist eine zweikränzige Geschwindigkeitstufe, deren Rad auf der Turbinenwelle mittels einer kegeligen Ringbüchse befestigt ist. Die anschließende Überdrucktrommel hat einen mittleren Stufendurchmesser von 700 mm.

Die Bauart der Gehäuse, Lauf- und Drucklager, Stopfbüchsen und Kupplungen schließt sich eng an die der Hauptturbine an. Für die Frischdampfeinströmung sind besondere Düsenkästen vorgesehen; die Einströmkammern der ND-Turbine sind mit dem Gehäuse aus einem Stück gegossen, da bei dem geringen Druck und der niedrigen Temperatur des Dampfes keine schädlichen Spannungen mehr zu befürchten sind.

Bemerkenswert ist die Steuerung dieser Vorwärmturbinen, Abb. 52. Es galt, die beiden Regelungen, nämlich die Frischdampfsteuerung *c* und die Anzapfsteuerung *b*, so in Abhängigkeit von einem Drehzahlregler *f*, einem Anzapfdampf-Druckregler *a* und einem Gegendr regler *d* zu bringen, daß alle Schwankungen der lastung oder der Abdampfmenge im ausgeglichenen dieser drei Regler von der Turbine aufgenommen we Abb. 53, Textbl. 35, zeigt eine der drei Vorwärmturb

Außerhalb der Kondensationsanlage, deren Masch durchweg wenigstens neben elektrischem auch Turb antrieb haben, ist noch für zwei Kesselspeisepu Turboantrieb gewählt worden. Zum Antrieb d siebenstufigen Kreiselpumpen dienen Dampfturbinen etwa 650 kW und 6000 Uml./min, deren Drehzahl fü Pumpe durch einstufige Zahnradvorgelege auf 1470 min herabgesetzt wird. Die Turbinen geben den D gegen etwa 3 at Überdruck an das Vorwärm- und netz des Kraftwerkes ab, ihre Frischdampfverhält sind die gleichen wie die der Haupt- und der Vorw turbinen. Entsprechend ihrer kleinen Leistung bei tem Arbeitsdampf mußte man Teilbeaufschlagung wä wenn man einigermaßen günstige Schaufellänger reichen wollte. So fand sich als vorteilhafteste B die in Abb. 54 dargestellte. Das Gefälle wird in zweikränzigen Geschwindigkeitstufen mit Teilb schlagung verarbeitet, die als Scheiben mit der Well einem Stück geschnitten sind. Damit wird die Pun gruppe leicht bedienbar, jederzeit schnell an bereit und auch gut für stark schwankende Belas geeignet. Die Regelung erfolgt auch hier durch D gruppen. Das Gehäuse ist an den Wellendurchführu mittels Kohlenstopfbüchsen abgedichtet.

Die drei Vorwärmturbinen und sämtliche Ke speisepumpen stehen in einer besonderen Maschinenh Abb. 55, Textbl. 35, die senkrecht zum großen Geb der Hauptmaschinen angeordnet ist. Die drei Vorw turbinen sind hinten, die acht Kesselspeisepumpen zu sehen. Größte Übersichtlichkeit war der leitende danke für diese Anordnung, und das Bild beweist, dieser Gedanke verwirklicht worden ist.

Im Rahmen dieser Veröffentlichung konnten nu wichtigsten Aufgaben besprochen werden, die dem Da turbinenbau durch das Großkraftwerk Klingenberg stellt waren. Namentlich mußten alle Einzelheiten Entwurfes der Maschinen, der Herstellung ihrer und ihrer Aufstellung übergangen werden. [B 46

...nlagen im Großkraftwerk Klingenberg

... Die Kondensationsturbinen- und Strom-
...ge; $N = 80\,000$ kW, $n = 1500$ Uml./min

2000 3000 4000 5000 mm

g

Schnitt
ei...

...min

g Erregermaschine
h ND-Turbine I } $n = 1500$ Uml./min
i ND-Turbine II }
k zum Kondensator

...VA

f

g

Kraft: Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

Abb. 5 und 6. Die Kondensationsturbinen- und Stromerzeugeranlage; N = 80 000 kW, n = 1500 Uml./min

Abb. 5
Schnitt durch die HD- und die MD-Turbine und einen 44 000 kVA-Drehstromerzeuger

a Frischdampfeinströmung
b HD-Turbine, n = 1500 Uml./min
c zur MD-Turbine
d zu den ND-Turbinen
e MD-Turbine
f Stromerzeuger, N = 44 000 kVA
g Erregermaschine
h ND-Turbine I } n = 1500 Uml./min
i ND-Turbine II }
k zum Kondensator

Abb. 6
Schnitt durch die beiden ND-Turbinen und Ansicht eines Drehstromerzeugers

Die Hilfsmaschinen des Großkraftwerkes Klingenberg

Von Heinrich Denecke, Berlin[1])

…m folgenden wird die Anordnung der Maschinen und ihrer Hilfseinrichtungen kurz erläutert. Ausführlicher sind nur diejenigen …nlageteile berücksichtigt, die beachtenswerte Neuerungen aufweisen. Hierzu gehören die Rohrleitungen, die Vorwärmung, die Brandschutzeinrichtung der Stromerzeuger und die Oelhaltung.

… die günstige Anordnung der Maschinen eines …ampfkraftwerkes sind die Führung des Kühl…assers, die Zuführung des Frischdampfes und die …ihrung des Maschinenkondensats sowie die Fortlei…es erzeugten Stroms besonders kennzeichnend. Die …. 1 bis 3 wiedergegebene Anordnung wurde nach …ender Durcharbeitung einer größeren Anzahl von …rfen für den Bau des Großkraftwerkes Klingenberg …lt. Um die Hauptmaschinen nicht durch Anzapfun…i belasten und den Maschinenhauskeller von den …verbundenen Rohrleitungen freizuhalten, um ferner …ei vorübergehendem Ausfall der Vorwärmung eine …e Betriebsführung zu ermöglichen, wurden für die …rmung des Kesselspeisewassers besondere Vor…urbinen aufgestellt. Die Regelung des Gegendrucks … Vorwärmturbinen gestattet, die Speisewassertempe…ei wirtschaftlich günstigen Verhältnissen konstant …ten, was bei Anzapfung der Hauptmaschinen wegen …uckschwankungen in den Stufen nicht im gleichen …zu erreichen wäre. Ein weiterer Vorteil liegt in …öglichkeit, die Eigenversorgung des Werkes aus …orwärmturbinen von den Hauptsammelschienen zu …n.

…ährend die Vorwärmturbinen zwischen den Kessel…n in enger Anlehnung an die Kesselspeisung und …rwärmbehälter aufgestellt wurden, sind die Haupt…nen nach der Wasserseite des Werkes hin quer zu …esselhäusern angeordnet. Das Kühlwasser, das …Betonkanäle von der Spree her zufließt, wird in …ern vor dem Maschinenhaus mittels umlaufender …gereinigt. Unmittelbar hinter den Siebkammern in …les Maschinenhauskellers liegen die Räume für Kon…onspumpen; hierbei sind die Hilfsmaschinen für …lauptmaschinen in je einem Raum vereinigt. Diese …aschinenhaus vorgelagerte Anordnung der Hilfs…nen ermöglicht verhältnismäßig kleine Abmes… der Hauptmaschinenhalle, glatte Führung der …gen und leichte Bedienung mit wenig Mann… Im Keller in der Hauptmaschinenhalle ver… nur die Kondensatoren und Luftrückkühler, … dieser geräumig, hell und luftig ist. Für die …rmturbinen sind keine Kondensatoren und Hilfs…nen erforderlich. Daher steht der gesamte Ma…ıkeller des Zwischenbaues für die Führung der …- und Abdampfleitungen, sowie für die Entwick…er Kesselspeiseleitungen zur Verfügung; er erfüllt …fgabe eines besonderen Rohrleitungskellers.

…n Kühlwasserpumpen wurden für jede Haupt…ne zwei aufgestellt. Je vier Pumpen speisen eine …same Druckleitung; von dieser zweigen die Leitun… den Kondensatoren ab. Die Sammelleitung ermög…ie Kühlwasserpumpen beliebig zu schalten und löst …arre Zugehörigkeit zu einem bestimmten Turbinen…e aber durch Absperren der Sammelleitung in der …eibehalten werden kann.

…e Hochdruckteile der Turbinensätze sind dem Kes…s zugekehrt, wodurch sich die Führung des Frisch…s aus der an der ganzen Längsseite des Maschinen… entlanglaufenden Doppel-Ringleitung vereinfacht. …ıfstellung der Hauptmaschinen in der Weise, daß …mpfteile und die Stromerzeuger je zweier Gruppen …er zugekehrt sind, macht die Führung der Dampf…e sowie auch die Zusammenfassung der 6 kV-Schie…sonders übersichtlich. Ein begehbarer Kanal zwi…len Hauptmaschinen nimmt die Stromschienen von … Stromerzeugern auf, die zu den Transformatoren …bau führen. Der von den Vorwärm-Stromerzeugern …te Strom wird durch Kabel den entsprechenden …ormatoren zugeführt.

[1]) …Herrn Schult danke ich an dieser Stelle für seine wertvolle …t.

Frischdampfleitungen

Während sich früher beim Bau von Kraftwerken die Durchbildung der Leitungen im wesentlichen darauf beschränkte, die Anlage unter Berücksichtigung der möglichen Betriebsfälle zweckmäßig anzuordnen, hat die Steigerung der Drücke und der Temperatur des Dampfes neue Aufgaben gestellt, die bis auf den Baustoff zurückführen. Dabei sollten nicht nur befriedigende Lösungen für den gerade vorliegenden Fall, sondern allgemein gültige

Abb. 1
Anordnung der Maschinenanlagen

a Kesselhaus A
b Kesselhaus B
c Vorwärmturbinen (10 000 kW)
d Hauptturbinen (80 000 kW)
e Kühlwasserpumpen
f Verwaltungsgebäude
g Transformatoren (44 000 kVA)
h Brücke
i Köpenicker Chaussee
k Schalthaus 30 kV

Richtlinien gefunden werden, die das Großkraftwerk Klingenberg, wie ehemals das Kraftwerk Golpa, zum Vorläufer einer neuen Entwicklung machten. Für die Ausbildung der Frischdampfleitungen war eine dreifache Aufgabe zu lösen:

die Wahl der Werkstoffe,
die bauliche Ausbildung der Einzelteile,
die Führung der Leitungen.

Werkstoffe der Frischdampfleitungen

Bei der Frage der Baustoffe bestanden Bedenken, ob die bisher für Betriebsdrücke von 16 bis 20 at und rd. 375 ° üblichen, den gesteigerten Anforderungen des Großkraftwerks Klingenberg gewachsen waren. Nach Abb. 4 nimmt bei mittelhartem Flußstahl die Bruchgrenze mit wachsender Temperatur zunächst zu, um von einem bestimmten Wert an stark abzufallen. Die Streckgrenze, die bei Raumtemperatur etwa 50 vH der Bruchgrenze beträgt, sinkt mit steigender Erwärmung und beträgt bei einer Temperatur von 425 °, die für das Werk Klingenberg

Abb. 2 und 3
Anordnung der Hauptmaschinen (80 000 kW) und ihrer Hilfseinrichtungen
a Kanal für die Stromschienen *b* Kühlwasserleitungen
c Frischdampfleitungen

RZ 683 Z 2 u. 3

in Betracht kam, nur n
30 vH der Bruchgrenze. U
gig von der Höhe zeigen d
gaben, daß die Bruchfestig
Raumtemperatur ke
währ für die Sicherheit ei
lage im Betriebszus
bietet.

Zur Zeit der Vorarbeiten
Großkraftwerk lag ein Entw
Deutschen Normen
schusses über Normu
Rohrleitungen für hochge
Dampf vor, wonach 6,4fache
heit, bezogen auf die Bru
bei Raumtemperatur verlan
Sinkt aber z. B. bei einem
stoff von 42 kg/mm² Bru
keit bei 15 °, die Streckgre
425 °C auf 10 kg/mm², so
Sicherheit im Betriebe nu
1,5fach, was als niedrig be
werden muß. Die im Janua
Jahres veröffentlichten neu
men erhöhen den Sicherhei
bezogen auf die Bruchgre
15° auf 7,1. Eine hinreiche
währ für Betriebsicherheit
aber nur dann gegeben, w
gewählte Sicherheit auf die
grenze bei Betriebst
ratur bezogen wird. In
dingungen für die Liefer
Frischdampfleitungen fü
Großkraftwerk wurde da
stützt auf ein Gutachten vo
rens, der vorgeschriebene
heitsgrad auf die Streckgr
400 ° bezogen.

Die Wahl des Werk
der Rohre wurde bestimm
die Rücksicht auf Freih
Lunkern und Seigerungen
von inneren Spannungen,
durch die Unempfindlichke
Altern und Rekristallisati
eine unbedingte Zuverlä
der Rohrleitungen erreicht
mußte, kommt der Lunk
Seigerungsfreiheit des M
deren Nichteinhaltung alle
keitsvorschriften unwirksam
erhöhte Bedeutung zu. Es
deshalb vorgeschrieben, d
Auswalzen der Rohre bes
Rohgußblöcke soweit abz
den, daß ein auch im Ker
dingt festes Gefüge erwar
den durfte. Diese Restblöc
den dann vor dem Vorwalz
ausgebohrt und außen ab
Durch Ausglühen der
Teile auf eine Temperatu
halb der Umwandlung
wurde die geforderte Spa
freiheit erreicht. Wenig
lagen die Verhältnisse b
der auftretenden Ermü
scheinungen und der sich
ergebenden Forderungen d
rialeigenschaften. Jedenfa
stand kein Zweifel, daß
und Temperaturschwankun
lich wie bei Dampfkesseln
Veränderung des Gefüges
derung der Festigkeit füh
nen und hierauf bei der W
Baustoffe Rücksicht zu neh

Zahlentafel 1

itevorschriften für die Frischdampfleitungen des Großkraftwerkes Klingenberg

Betriebsdruck 35 at bei 415 °C, höchster zulässiger Druck 37 at bei 425 °C

Gegenstand	Werkstoff	Bearbeitung	Zugfestigkeit bei 15 °C kg/mm²	Streckgrenze bei 400 °C kg/mm²	Dehnung bei 15 °C, bezogen auf $l = 5\,d$ vH	Sicherheitsfaktor, bezogen auf Streckgrenze bei 400°	Probedruck bei kaltem Wasser at	Chemische Bestandteile, Eigenschaften (Grenzwerte)	Bemerkungen
Rohre, 'alten-bogen	Flußstahl	Nahtlos gewalzt aus Gußblöcken, oberes Ende abgeschnitten, vor dem Walzen ausgebohrt und abgedreht. Ausglühen der fertigen Rohre oberhalb der Umwandlungstemperatur	42	12	24	2,35	80		Dichtung: gewellte V 2a Bleche mit Asbesteinlage oder Klingerit
Flanschen	Flußstahl	Aus einem Stück schmieden. Ausglühen wie unter 1	50	15	21	3	80		Flanschbefestigung s. Abb. 5 bis 8
Formstücke, chieber	Elektro-Stahlguß	Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	3	80	P + S 0,05 vH P 0,03 „ S 0,03 „	P = Phosphor S = Schwefel
Formstücke	SM-Stahlguß	Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	3	80	P + S 0,1 vH P 0,06 „ S 0,06 „	
;chieber	Bessemer-Stahlguß	Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	3	80	P + S 0,15 vH P 0,08 „ S 0,08 „	
Schrauben	Nickelstahl mit 3 vH Ni	Ausglühen wie unter 1	50	22	21	4,40			Schraubenbolzen mit abgerundeten Übergängen
Vasser-abscheider	Nickelstahl mit 3 vH Ni	Nahtlos geschmiedet mit gekümpelten Böden. Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	2,35	80		ohne innere Einbauteile

vorliegenden Erfahrungen deuten darauf hin, daß sorten mit hohen Streckgrenzen Änderungen des ges am wenigsten unterworfen sind. Daraus erich das Bestreben, ein Material mit möglichst hoher grenze zu wählen, womit gleichzeitig die vorgebene Sicherheit bei kleinster Wanddicke erreicht n konnte.

iese Forderungen werden nach Untersuchungen von rens von Stahlsorten mit Nickelzusatz am einwandten erfüllt. Daneben stand harter Flußstahl mit Kohlenstoffgehalt und mindestens 12 kg/mm² grenze bei Betriebstemperatur zur Erörterung. Die n der Leitungen hätten aber bei Verwendung von lstahl das Zwei- bis Dreifache betragen; davurden Rohre aus hartem Flußstahl der oben geerten Herstellungsart gewählt. Die Gütevorschriften iese Frischdampfleitungen gehen im einzelnen aus ntafel 1 hervor.

ie später angegebenen Versuchsergebnisse beweisen, iese Entscheidung grundsätzlich richtig war und die lte Stahlsorte den Anforderungen genügt. Um beh der Alterung verschiedener Werkstoffe nach einigen bsjahren Vergleiche zu ermöglichen, wurden auf Versung der BEWAG einige Bogenstücke der Hauptleitung aus Nickelstahl eingebaut.

uch für die Flanschen der Rohrleitunwurde Flußstahl gewählt. Damit beim Arbeiten der die aufgezogenen Flanschen stets innig mit den n verbunden bleiben, ist für sie ein härterer Stahl schrieben. Mit Rücksicht auf die auftretenden beanspruchungen der Flanschringe wurde auch der rheitsfaktor gegenüber dem der Rohre erhöht.

ls Baustoffe für die Gußstücke standen Elektround Siemens-Martin-Stahl zur Erörterung. Während stigkeitseigenschaften von Siemens-Martin-Stahl denen Elektrostahles bei neuen Gußstücken nichts nach-, sogar mit einer höheren Streckgrenze bei Betriebstemperatur gerechnet werden konnte, waren die Ansichten über den Einfluß des erhöhten Phosphor- und Schwefelgehaltes auf die Alterung geteilt. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß sich die BEWAG auch hier bereitfand, Pionierdienste zu leisten und Gußstücke aus beiden Arten von Werkstoffen zuzulassen. Ob die Art der Herstellung nennenswerten Einfluß auf die Alterungserscheinungen der Werkstoffe ausübt, muß die Betriebserfahrung zeigen.

Für die Schrauben der Flanschverbindungen wurde Stahl mit 3 vH Nickelzusatz gewählt. Mit Rücksicht auf die mögliche ungleichmäßige Beanspruchung der einzelnen Bolzen schien die Erhöhung des Sicherheitsfaktors auf 4,4 geboten. Auch für die wenigen vorhan-

Abb. 4
Verlauf der Festigkeit von mittelhartem Flußstahl in Abhängigkeit von der Temperatur
a Bruchgrenze *b* Streckgrenze

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Werkstoffprüfungen fü…
Betriebsdruck 35 at bei 415 °C, h…

Nr.	Werkstoff	Gegenstand	Zerreißversuche bei 15 °C									
			Zugfestigkeit				Streckgrenze			Bleibende Dehnung		
			Anzahl der Proben	Mittelwert kg/mm²	Mindestwert kg/mm²	gefordert kg/mm²	Anzahl der Proben	Mittelwert kg/mm²	Mindestwert kg/mm²	Anzahl der Proben	Mittelwert vH	Mindestwert vH
1	Flußstahl	Rohre, Faltenbogen	25	45,7	42,0	42,0	25	32,4	29,5	25	30,1	28,0
2	„	Flanschen	4	50,0	49,1	50,0	4	30,0	26,5	4	26,7	21,0
3	Elektro-Stahlguß	Formstücke	41	48,8	44,6	45,0	41	25,7	21,6	41	24.9	20,0
		Schieber	6	42,2	41,1	45,0	6	24,1	21,0	6	32,9	29,4
4	SM-Stahlguß	Formstücke	5	49,2	46.9	45,0	5	29,8	25,2	5	32,2	28,4
5	Bessemer-Stahlguß	Schieber	6	50,5	47,6	45,0	6	29,9	27,7	6	29,9	27,0
6	3 vH-Nickelstahl	Schrauben	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	„	Wasserabscheider	10	48,1	47,2	45,0	10	33,4	31,3	10	32,4	26,3

denen Wasserabscheider war die Rücksicht auf den Preis im Vergleich zu den Kosten der ganzen Frischdampfleitung unwesentlich, so daß auch hierfür eine besondere Art von Nickelstahl verwandt werden konnte. Wie für die Rohre, so wurde auch für alle Guß- und Schmiedestücke das Ausglühen der fertigen Teile vorgeschrieben, so daß praktisch mit Freiheit von innern Spannungen gerechnet werden kann.

Zum Vergleich mit den Gütevorschriften in Zahlentafel 1 sind in Zahlentafel 2 einige Ergebnisse der Werkstoff-Untersuchungen wiedergegeben. Wie ersichtlich, wurden die verlangten Festigkeitseigenschaften durchweg überschritten. Wo die Prüfungen bei den aus Elektrostahl hergestellten Gußstücken etwas geringere Werte ergaben, wurde die fehlende Zugfestigkeit durch geringere bleibende Dehnung zum Teil ausgeglichen. Allgemein bestätigt das Ergebnis der Werkstoffprüfungen, daß die aufgestellten Gütevorschriften durchaus erreichbare Forderungen darstellen.

Bauliche Merkmale der Frischdampfleitungen

Die Wandstärke der Rohre war durch den vorgeschriebenen Sicherheitsgrad von 2,35, bezogen auf die Streckgrenze bei Betriebstemperatur und durch die Festigkeit des Werkstoffs gegeben. Von dem vorliegenden Entwurf der Normen sollte insofern abgewichen werden, als die dort angegebenen Wandstärken Mindestwerte darstellen und nicht, entsprechend den Normen, Abweichungen bis zu — 10 vH gestatten sollten. Unter Berücksichtigung dieser Vorschrift zeigte sich, daß die gewählten Wandstärken mit den Normen praktisch übereinstimmen, vergl. Zahlentafel 3.

Die Ausbildung der Flanschbefestigungen war Gegenstand eingehender Prüfungen, als deren Ergebnis die in Abb. 5 bis 8 wiedergegebenen Ausführungen zum Einbau zugelassen wurden. Der aufgezogene

Zahlentafel 3
Wanddicken der Frischdampfleitungen für Großkraftwerk Klingenberg
Betriebsdruck 35 at bei 415 °C
Höchster zulässiger Betriebsdruck 37 at bei 425° C

Nr.	Nenndurchmesser mm	Vorgeschriebener Mindestwert mm	Nach Normenvorschlag mit ± 10 vH Toleranz mm
1	150	6	7
2	225	9	10
3	250	10	11
4	275	11	12
5	325	13	14

Flansch nach Abb. 5 (Allgemeine Rohrleitungs-… Düsseldorf,) ist mittels einer doppelten Reihe vers… Gewindebolzen auf dem Rohrende festgeschraubt. … absolute Dichtheit zu erzielen, wurden die Gewinde… außen verschweißt. Ebenso wurde der Kragen a… beiden Enden mit dem Rohr stark verschweißt. … Flanschverbindung nach Abb. 6 (A. Borsig, Berlin-T… zeigt zwei Reihen gegeneinander versetzter Eindrü… gen und eine zusätzliche Verschweißung von Roh… und Flanschkragen.

Bei der Ausführung nach Abb. 7 und 8 (F. Seiffert & Co., A.-G., Berlin - Eberswalde,) wird das überstehende Rohrende aufgestaucht und mit dem Flansch verschweißt

Abb. 5
Flanschverbindung für Frischdampfleitungen
(Allgem. Rohrleitungs-A.-G.)
a verschweißt *b* Gewindebolzen

Abb. 6
Flanschverbindung für Frischdampfleitungen
(A. Borsig G.m.b.H.)
a Schweißung

Abb. 7 und 8
Flanschverbindung für Frischdampfleitungen
(F. Seiffert & Co., A.-G.)
a Schweißung
Abb. 8. Rohr vor der Stauchung

chdampfleitungen des Großkraftwerkes Klingenberg
iger Druck 37 at bei 425 °C

Zerreißversuche bei 400 °C									Chemische Zusammensetzung						Bemerkungen
ugfestigkeit		Streckgrenze				Bleibende Dehnung			P + S		P		S		
Mittelwert kg/mm²	Mindestwert kg/mm²	Anzahl der Proben	Mittelwert kg/mm²	Mindestwert kg/mm²	gefordert kg/mm²	Anzahl der Proben	Mittelwert vH	Mindestwert vH	ermittelt vH	gefordert vH	ermittelt vH	gefordert vH	ermittelt vH	gefordert vH	
27,0	21,3	20	15,4	12,6	12,0	20	30,2	25,6	—	—	—	—	—	—	
48,4	46,9	4	18,2	16,3	15,0	4	26,8	21,4	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,045	0,05	0,015	0,03	0,03	0,03	Formstücke (4 Proben)
41,0	38,3	6	14,7	12,7	13,0	6	21,9	18,4	0,02	0,05	Spur	0,03	0,01	0,03	Schieber (6 Proben) entstammen verschiedenen Stahlwerken
41,7	38,5	5	17,7	16,4	13,0	5	34,7	25,7	0,063	0,10	0,036	0,06	0,027	0,06	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,14	0,15	0,07	0,08	0,07	0,08	
66,0	54,6	4	43,0	33,5	22,0	4	26,6	24,7	—	—	—	—	—	—	ermittelt bei 350 °C
38,7	36,8	5	18,8	17,0	13,0	5	42,7	38,4	—	—	—	—	—	—	ermittelt bei 425 °C

ie Wasserabscheider bestehen aus nahtlos miedeten Trommeln mit angekümpelten Böden. Die en bisherigen Ausführungsarten üblichen inneren uteile kamen in Fortfall, da sie nicht ständig über- und infolge der hohen Beanspruchung schon nach r Betriebzeit zerstört werden können. Abgesehen hier- vird bei der hohen Überhitzung des Dampfes infolge Vasserabscheidung an den Kesseln bereits eine ge- ide Dampftrocknung erreicht; die Abscheider in der fleitung wurden nur aus Vorsorge für außergewöhn- Vorkommnisse angeordnet.

ei den Kompensatoren für die Frischdampf- igen mußte glatten Rohrbogen und Faltenrohrbogen, ch der Lage der Ausgleichstelle und der aufzuneh- en Längenänderungen, die größte Zuverlässigkeit prochen werden. Sie haben aber gegenüber den compensatoren die Nachteile, daß sie mehr Platz brau- und stärkeren Druckabfall hervorrufen. Da der kabfall die Wirtschaftlichkeit nicht unwesentlich flußt, entschloß sich die BEWAG, neben Bogen- n, die in der Hauptsache angewandt wurden, auch compensatoren einzubauen und den Erfahrungen des ebes die Entscheidung zu überlassen.

ls Absperrschieber für die Dampfleitungen en durchweg Parallelschieber mit zwangläufiger ung der Abschlußdeckel verwendet, deren Innenteil Schließen zunächst in den Dampfstrom geschoben ohne daß sich die Dichtflächen berühren. Hierbei ereits eine starke Drosselung ein. Erst in der rich- Lage des Innenteiles beginnen die Schieberteller gegen die Sitze hin zu spreizen und damit den Schie- öllig zu schließen.

lle weiteren Bauteile der Frischdampfleitungen zei- abgesehen von der Wahl der Baustoffe, keine wesent- n Neuerungen.

Anlage der Rohrleitungen

Der Plan der Dampfleitungen, sowie die Querschnitte die Führung der einzelnen Rohrstränge wer- allgemein durch zwei Rücksichten bestimmt: durch Wirtschaftlichkeit, die in dem zugelassenen Druck- l zum Ausdruck kommt, und durch die Sicherheit für Aufrechterhaltung des Betriebes bei Ausfall einzel- Abschnitte. Der zugelassene Druckabfall den Kesseln bis zu den Turbinen bedeutet eine Min- ng des den Maschinen zur Verfügung stehenden lles und eine entsprechende Erhöhung des Dampf- Kohlenverbrauches.

Sieht man von dem Wärmeverlust der Frischdampf- ngen, der durch die Isolierung nahezu ausgeglichen en kann, sowie von der unbedeutenden Vergrößerung Kesselleistung ab, so ergibt sich der zulässige Druck- l aus dem Vergleich der Brennstoffkosten für die Er- ng der Dampfmenge und des Kapitalaufwandes für Herabsetzung der Druckverluste. Die genaue Erfas- aller Größen, die das Endergebnis beeinflussen, geht den Rahmen dieser Veröffentlichung hinaus. Hier sei nur grundsätzlich der Weg gezeigt, der auch beim Bau des Großkraftwerkes Klingenberg zur Bemessung der Frischdampfleitungen führte.

Während bei 16 at Betriebsdruck ein Druckabfall von 1 at einen Verlust von rd. 2,3 kcal/kg an Wärmegefälle bedeutet, beträgt er bei 35 at nur noch rd. 1 kcal/kg. Bezogen auf 250 kcal/kg nutzbares Wärmegefälle in den Turbinen bei 16 at und auf 280 kcal/kg bei 35 at, sowie bei Annahme eines thermodynamischen Wirkungsgrades der Maschinen von 80 vH folgt hieraus für je 1 at Druckverlust bei Vollast ein Mehrverbrauch von 1,1 bzw. 0,45 vH. Läßt man also für beide Anfangsdrücke verhältnismäßig den gleichen Mehrverbrauch zu, so rechtfertigt es sich, im Kraftwerk mit 35 at Anfangsdruck einen 2,5mal größeren Druckabfall zuzulassen, als in der 16 at-Anlage.

Genauere Rechnungen zeigen, daß dieser Wert zu hoch ist und daß es wirtschaftliche Vorteile bietet, den Druckverlust auf Kosten einer Verteuerung der Rohrleitung zu vermindern. Diese Rechnung setzt voraus, daß man die Steigerung des Verbrauches infolge des Druckabfalles nicht auf die höchste Belastung, sondern auf das Jahresmittel der Belastung bezieht, das sich mit dem Belastungsfaktor der Anlage ändert. Da der Druckabfall in den Rohrleitungen vom Quadrat der Belastung abhängt, so ist der Verlustfaktor des Druckabfalls verhältnismäßig kleiner als der Belastungsfaktor.

An der Hand der sogenannten „rangierten" Belastungskurven von Tröger[2]) wurden folgende Verlustzahlen infolge des Druckabfalls in Frischdampfleitungen ermittelt:

Belastungsfaktor	Druckverlustfaktor
1,0	1,0
0,9	0,82
0,8	0,64
0,7	0,50
0,6	0,38
0,5	0,29
0,4	0,22
0,3	0,17

Beim Belastungsfaktor von 0,5 oder bei einer Verlustzahl von 0,29 infolge des Druckabfalls beträgt somit der mittlere Mehraufwand für je 1 at Druckabfall $0,45 \times 0,29 = 0,13$ vH des Vollastverbrauches. Für das Großkraftwerk Klingenberg bedeutet dies im ersten Ausbau etwa 30 000 ℳ jährliche Mehrausgabe für Kohlen, die bei 15 vH Zinsen und Abschreibungen einen Mehraufwand von 200 000 ℳ für die Frischdampfleitung rechtfertigen. Solange bei einem Mehraufwand von 200 000 ℳ für die Frischdampfleitungen der Gewinn an Druckgefälle bei Vollast über 1 at beträgt, wird der Kapitaldienst durch die Ersparnis an Brennstoff gedeckt.

Bei der Wahl der endgültigen Abmessungen sind noch weitere Einflüsse zu berücksichtigen, z. B. die Erhöhung der Gewichte der Rohre, die den Ausbau und die Instand-

[2]) Vergl. Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke; 1924, S. 29.

Schnitt A—B

Schnitt C—D

Grundriß

Abb. 9 bis 11
Anordnung der Frischdampfleitungen

a Kesselhaus A *b* Kesselhaus B *c* Kesselspeisepumpen
d Vorwärmturbinen *e* bis *g* Hauptturbinen

haltung erschwert.
vorübergehendem A
eines Teils der Leit
treten ferner gr
Druckabsenkungen e
je nach ihrer Häuf
die wirtschaftliche
rechnung beeinflu
können. Die genaue
mittlungen ergaben,
man für den vorlieg
Bau bei Vollast und
Betriebsbereitschaft
Rohranlage 2 at
nungsabfall wirtscha
zulassen kann. I
Druckabfall wurde de
rechnung der Quersc
zugrunde gelegt.

Die Führung
Rohrleitungen
vom Standpunkt der
triebsicherheit je
dem besonderen Fall
schieden zu bewerten
wachsender Größe
Kessel und Maschine
rührt der Ausfall
Teils der Anlage di
triebsleitung empf
licher; um so wichtig
es dann, die Leitung
zu führen, daß die
Dampflieferung auch
Teilstörungen im Roh
gewährleistet bleibt.

Unter diesem
sichtspunkt wurde d
Abb. 11 wiedergeg
Plan gewählt, w
zwei geschlossene Ri
tungen den Dampf v
vier Kesseln den H
Sammelleitungen zufü
diese sind ebenfalls
pelt verlegt und a
Enden ringförmig z
mengeschlossen. Vo
Hauptsträngen führ
den Turbinen Doppel
deren Querschnitte s
messen sind, daß jed
stande ist, bei Volla
Maschine die ge
Dampfmenge zu fö
Querverbindungen
schen den Seitenstr
der Kesselreihen un
Kesselhäuser erleic
den Ausgleich der
lastungen. Sie vers
zugleich die Vorwär
binen und die Dampf
nen der Kesselspeis
pen.

Einzelheiten der
ordnung der Kessel
Sammelleitungen und
Hauptdampfleitungen
aus Abb. 9 bis 11 er
lich. Die Hauptleit
sind in den Kesselhä
hinter den Kesseln
halb der Hauptbedien
bühnen angeordnet, s
man ihre Absperrteil
dort aus bedienen
An den Stirnwänden

häuser zum Maschinenhaus hin sind die Frisch-leitungen bis auf die Höhe des Maschinenhaus-geführt und über Wasserabscheider an die längs Maschinenhauses liegenden Hauptrohrstränge an-ossen.

e nicht unbedeutenden Gewichte der Einzelteile, ins-dere der Absperrschieber und der Wasserabscheider, en dazu, bei der Führung der Leitungen auch auf ichten Ausbau Rücksicht zu nehmen. Trotzdem konn-e Leitungen so verlegt werden, daß auf der ganzen des Maschinenhauses der Durchgang zwischen den häusern und dem Maschinenhauskeller frei bleibt.

örungen in den Frischdampfleitungen lassen sich Schnellschluß-Schieber eingrenzen. Jeder l ist mittels eines solchen Schnellschluß-Schiebers mit ischem Antrieb in 30 s vom Frischdampfnetz absperr-Die Betätigung erfolgt mittels Druckknopfes von den ltafeln und von den Nottreppen außerhalb der Kessel-r. Die Gruppen-llschluß-Schieber n Hauptleitungen in den Abzwei-zu den Turbinen Fallgewichte als speicher. Diese n mit der Hand Gestänge und omagnetisch aus-werden. Der für die Magnete einer Batterie mmen, die Schal-sind auf den ibpulten der Ma-isten neben den tturbinen ange-t. Die Schlußzeit r Schieber beträgt s.

Die selspeiseleitungen

ür die Kesselspei-ungen gelten die ien grundsätz-a Überlegungen für die Frisch-fleitungen. Sie en sinngemäß auf Vorschriften für Herstellung und Festigkeit der el-Speiseleitungen angewandt. Hierbei wurde, wie len Frischdampfleitungen, der Sicherheitsfaktor auf treckgrenze bei Betriebstemperatur bezogen, hier allerdings weniger von Bedeutung ist, da sich Einfluß einer Temperatur von 140 bis 170° auf die rialeigenschaften nicht wesentlich bemerkbar macht.

Der Plan der Kesselspeiseleitungen ist in Abb. 12 wie-egeben. Während die Leitungen so verlegt wurden, auch bei Ausfall einzelner Abschnitte die Speisung allen Umständen gesichert bleibt, ergaben sich die querschnitte aus den zulässigen Wassergeschwindig-n. Hier galt es, festzustellen, ob die bisher üblichen e von rd. 2 m/s eingehalten werden müssen, oder ob Verringerung der Anlagekosten höhere Geschwindig-zulässig war.

Bei der in Frage kommenden Förderhöhe der Speise-en von rd. 400 m spielte der Druckabfall in den Lei-n nur eine untergeordnete Rolle. Entscheidend für Wahl der Geschwindigkeit war vielmehr die Druck-erung bei plötzlichem Abschluß einer Leitung, wobei ebendige Kraft der vor der Absperrstelle in Bewegung dlichen Wassermengen vernichtet werden muß.

Die Höhe dieses Druckanstieges hängt u. a. von der des Schließvorganges, vom Weg und von der Zeit des eßens ab. Die Absperrteile sind daher so auszubil-daß gegen Ende des Schließvorganges auf die Einheit Hubes eine geringere Verminderung des Querschnitts llt, das heißt im letzten Teil nur allmählich geschlossen wird. Bei den Verhältnissen im Großkraftwerk Klingenberg ergab eine Schließzeit von rd. 10 s Drucksteigerungen in erträglichen Grenzen.

Weiter zeigte sich aber, daß dabei die Ausgangsgeschwindigkeit der Wasserförderung von untergeordneter Bedeutung ist. So wurde für ein bestimmtes Beispiel bei einer Schließzeit von 10 s eine größte Drucksteigerung von 20 at bei 2 m/s und von 20,3 at bei 4 m/s Wassergeschwindigkeit berechnet. Hinzu kommt, daß eine Speiseleitung in der Regel gerade dann schnell geschlossen werden soll, wenn eine Störung aufgetreten ist und die betriebsmäßige Wassergeschwindigkeit ohnehin weit überschritten ist. Damit wird die Begrenzung der Wassergeschwindigkeit oder der Drucksteigerung beim Schließvorgang durch die Wahl der Querschnitte unwirksam.

Diese Überlegungen führten zu dem Entschluß, zur Verminderung der Anlagekosten eine Wassergeschwindigkeit von 4 m/s zuzulassen. Dabei ergaben sich für das

Abb. 12
Plan der Kesselspeiseleitungen

a Kesselhaus A
b " B
c_1 Kesselspeisepumpen, elektrisch betrieben
c_2 " mit Dampfantrieb

besonders gekennzeichnet:
d Hauptspeiseleitung
e Notspeiseleitung
f vorläufig nicht ausgeführt
g ferngesteuerte Schnellschlußschieber

Großkraftwerk, unter Berücksichtigung des Umstandes, daß einzelne Teile der Leitung vorübergehend für die Kesselspeisung ausfallen, die in Abb. 12 angegebenen Querschnitte.

Die Führung der Leitungen entwickelt sich fast zwangläufig aus der örtlichen Lage der Speisepumpen und der Kessel. Die acht Kesselspeisepumpen fördern in Doppel-Sammelleitungen, an die beiderseits die Ringleitungen der Kesselhäuser angeschlossen sind. Diese sind zunächst einfach mit Querverbindungen ausgeführt, jedoch so angeordnet, daß man sie später ohne Änderungen zu Doppelleitungen erweitern kann.

Ein zweites Rohrnetz, das als Notspeisung bezeichnet wurde und von den Pumpensätzen mit Dampfturbinen-Antrieb gespeist wird, ist als Kreuzleitung verlegt. Es dient vor allem dazu, bei Störungen in der Zuführung vorgewärmten Wassers eine Speisung mit kaltem Wasser zu ermöglichen, wofür mit Rücksicht auf eine Verdampfungsgefahr in den Pumpen und Saugleitungen getrennte Aggregate zur Verfügung stehen sollten. Um auch im Netz der Speiseleitungen Fehlerstellen schnell eingrenzen zu können, sind in den Hauptleitungen zu den beiden Kesselhäusern, sowie in den Ringleitungen elektrisch angetriebene Schnellschlußschieber mit Fernsteuerung eingebaut.

Kesselspeisepumpen

Gesetzlich ist allgemein vorgeschrieben, daß die Gesamtleistung der Speisepumpen das Vierfache der Dampferzeugung aller vorhandenen Kessel betragen soll. Für

das Großkraftwerk Klingenberg hätte sich hiernach infolge der begrenzten Leistung der Einzelpumpen eine verhältnismäßig große Anzahl von Pumpen ergeben. Da auch bei Zugrundelegung der dreifachen Dampferzeugung die Betriebsicherheit noch hinreichend gewährleistet erschien, ließen die zuständigen Behörden eine entsprechende Herabsetzung der Pumpenleistung zu. Die Gesamtleistung wurde auf acht Pumpen verteilt, wovon sechs Betriebspumpen von 6 kV-Synchronmotoren und zwei Reservepumpen von Dampfturbinen angetrieben werden. Jede Pumpe fördert 435 m³/h gegen 415 m bei 1500 Uml./min.

Infolge der flach verlaufenden Kennlinien ändern sich die Drücke in den Speiseleitungen bei schwankender Leistung in engen Grenzen. Um die Arbeitsweise der Wasserstandregler an den Kesseln durch Drosselarbeit nicht zu beeinträchtigen, wurden für den Druckausgleich zwischen den Kesseln und den Kesselspeisepumpen besondere Differenz-Druckregler eingebaut, die den Druck vor den Kesseln um ein gleichbleibendes Maß über dem Kesseldruck einstellen.

Die Pumpen sind für 140 bis höchstens 170 ° Wassertemperatur gebaut. Dabei müssen sie vorübergehend auch kaltes Wasser fördern können, ohne daß Laufräder und Dichtungen Schaden nehmen. Der Betrieb bei so hohen Temperaturen und so starken Temperaturwechseln stellte an die Stopfbüchsenpackungen hohe Anforderungen, die aber trotz anfänglicher Schwierigkeiten einwandfrei erfüllt wurden.

Der bei mehrstufigen Kreiselpumpen unvermeidliche axiale Schub nach der Saugseite hin ist durch hydraulische Entlastungen in den Druckstücken ausgeglichen. Mit Rücksicht auf den hohen Druck und die Wärmedehnungen beim Fördern von heißem Wasser sind die Pumpenkörper in Stahlguß ausgeführt. Die Wellen aus Siemens-Martin-Stahl sind so stark bemessen, daß ihre kritische Drehzahl oberhalb der Betriebsdrehzahl liegt. Sie sind innerhalb des Pumpenkörpers mit Bronzebüchsen verkleidet. Die Lager haben Ringschmierung und Wasserkühlung, wobei ihre Temperaturen unter 50 ° bleiben. Laufräder und Leitkränze sind aus Phosphorbronze, Gehäusebüchsen und Laufringe der Laufräder aus Kruppschem V2a-Stahl hergestellt.

Die der Stufenzahl entsprechend geteilten Gehäuse werden mit den Deckeln durch kräftige Ankerschrauben verbunden. Diese Ausführung ermöglicht, die Pumpenräder ohne Abbau der Rohrleitungen oder der Antriebmaschinen auszubauen.

Abb. 13
Rohrplan und Arbeitsweise der Vorwärmung und Speisewasser-Aufbereitungsanlage

- *a* Hauptturbine
- *b* Vorwärmturbine
- *c* Haussammelschiene
- *d* Hauptsammelschiene
- *e* Kondensator
- *f* Ausgleichbehälter
- *g* Abdampfwärmer (Entlüfter)
- *h* Verdampfer
- *i* Brüdenkondensator
- *k* Anzapfdampfwärmer
- *l* Kessel
- *m* Kondensatpumpe
- *n* Vorwärmpumpe
- *o* Speisepumpe
- *p* Reservepumpe
- *q* Verdampfer-Speisepumpe
- *r* Wasserstrahlapparat
- *s* Entlüfter
- *t* Vorwärmer des Zusatzwassers
- *u* Filter

Während die Entlastung der fünfstufigen P mit Motorantrieb als Kolben ausgebildet ist, hab beiden siebenstufigen Pumpen mit Dampfturbinena Entlastungsscheiben aus Phosphorbronze. Die zug gen Gegenscheiben bestehen aus Kruppschem V 2 a

Vorwärmung und Aufbereitung des Kesselspeisew

Theoretisch nimmt bei Vorwärmung des S wassers durch Anzapfdampf mit steigender Stuf der Wärmewirkungsgrad zu. Die Zunahme nimm mit der Vermehrung der Stufen verhältnismäßig ab und nähert sich schnell einem Grenzwert. Beträ wärmewirtschaftliche Gewinn der einstufigen V mung bei Vollast und Gegendruckregelung 100, so die zweistufige Vorwärmung als Gewinn rd. 125, die stufige rd. 137. Die durch weitere Erhöhung der S zahl bedingte Verwicklung der Anlage, die den B erschwert, ferner der erforderliche Mehraufwand an tal rechtfertigen die geringen wirtschaftlichen V nicht.

Hinzu kommt, daß mit steigender Stufenzahl die stigste Ausnutzung eine höhere Vorwärmtemperat dingt, was die Ausnutzung der Kesselabgase ersc und den Druck in der Vorwärmanlage steigert; z. trägt die günstigste Vorwärmtemperatur bei zweist Vorwärmung rd. 140 °, bei dreistufiger Vorwärmun reits rd. 170 °. Die zugehörigen Sattdampfdrück 4,0 und 10,5 at abs zeigen, in welchem Maße die A derungen an die Festigkeit der Vorwärmer steigt.

Aus diesen Erwägungen erscheint es bei Gegend Regelung angebracht, sich auf zweistufige Vorwär zu beschränken. Wird damit eine Verdampferanlag Zusatz-Speisewasser verbunden, so kann man durch densation des Brüdendampfes eine weitere Vorwärm gewinnen.

Art der Vorwärmung

Hier kommen grundsätzlich zwei Arten der führung in Frage, deren Vor- und Nachteile von zu Fall gegeneinander abzuwägen sind: die of Vorwärmung mit Mischbehältern und die gesch sene Vorwärmung mit Oberflächen-Vorwär Während man bei geschlossenen Vorwärmern, wie Kondensatoren gebaut sind, Pumpen zwischen Stufen entbehren und die Regelung der Durchflußm in der üblichen Weise den Speisewasser-Reglern Kessel überlassen kann, bieten die Mischvorwärmer sichere Gewähr für eine gute Entlüftung des Konden

Die Betriebserfahrungen der letzten Jahre habe zeigt, daß die sorgfältige Entlüftung des gesamten K speisewassers, des anfallenden Maschinenkonden sowie des Zusatzwassers für die Erhaltung der K von hoher Bedeutung ist. Bei Anlagen mit geschlos Vorwärmern kann ferner wegen des Überdruckes i Vorwärmanlage durch eine Leckstelle Kondensat i Turbinen eindringen, wogegen man die Anlage schwer ganz zuverlässig schützen kann. Während Anwendung von Mischvorwärmern das Kondensat tisch bis auf die Sattdampftemperatur des Heizdampfes gewärmt werden kann, erfordert die Oberflächenvor mung ein bestimmtes Temperaturgefälle, so daß der samtwirkungsgrad geringer ist.

Ohne daß über die Zweckmäßigkeit der beiden arten grundsätzlich entschieden werden sollte, wurde das Großkraftwerk Klingenberg die Verwendung stufiger Mischvorwärmung beschlossen. Zwis die beiden Stufen ist für die Reinigung des Zusatzwas eine Verdampferanlage gelegt, deren Heizdampf der ersten Anzapfstelle kommt. Außerdem ist vor Verdampfer eine Permutitanlage geschaltet, worin Rohwasser vorbehandelt wird.

Rohrplan und Arbeitsweise der V wärm-Anlage, die in gemeinsamer Arbeit mit ausführenden Firmen (Atlaswerke, Bremen, und Ba A.-G., Bochum) entstanden sind, zeigt Abb. 13. Haup bine und Vorwärmturbine bilden gewissermaßen Einheit, wobei das Kondensat der Hauptturbine als K wasser für die Kondensation der Vorwärmturbine d

Abb. 14
Parallelbetrieb mehrerer Vorwärmanlagen

a Kondensatpumpe
b Kondensator
c Ausgleichbehälter
d Abdampfvorwärmer
e Vorwärmpumpe
f Brüdenkondensator
g Anzapfdampf-Vorwärmer
h Vorwärmturbine
i Elektrospeisepumpe
k Dampfspeisepumpe

Das Kondensat der Hauptturbine wird von der Kon- …atpumpe in den Abdampfvorwärmer gedrückt und mit dem Abdampf der Vorwärmturbine von 0,45 at abs rd. 75° erwärmt. Zwischen Pumpe und Abdampf- …värmer sind Ausgleichbehälter eingeschaltet, die …ige Schwankungen zwischen Kesselspeisung und …densatmenge aufnehmen. Das erwärmte Kondensat …l von der Vorwärmpumpe durch den als Oberflächen- …värmer ausgebildeten Brüdenkondensator in den An- …dampf-Vorwärmer gedrückt und hier mit Anzapf- …pf von 4 at abs auf rd. 140° vorgewärmt.

Das Zusatzwasser wird ebenfalls durch Anzapfdampf …ampft, wobei die Brüden durch das auf 75° er- …mte Maschinenkondensat niedergeschlagen werden …Kondensate, d. h. das Destillat aus dem Brüdenkon- …sator und das Heizdampfkondensat des Verdampfers …den dem Abdampfvorwärmer zugeführt und hier zu- …men mit dem Maschinenkondensat entlüftet. Da das …densat im Abdampfvorwärmer bis nahe an die Satt- …pftemperatur vorgewärmt wird, läßt sich durch Fein- …elung des Wassers in dem unter Luftleere arbeitenden …hvorwärmer eine wirksame Entgasung erreichen.

Um bei Störungen in der Vorwärmanlage die Kessel- …sung unter allen Umständen sicherzustellen, ist eine …gehungsleitung vorhanden, die das Turbinenkondensat …ittelbar den Kesselspeisepumpen zuführt. Weiter …de an jedem Abdampfvorwärmer ein Hilfskondensator …baut, der bei Ausfall des Kondensates der Haupt- …ine selbsttätig das Niederschlagen des Abdampfes der …wärmturbine übernimmt. Diese Einrichtung ist be- …lers wertvoll, weil sie bei Störungen der Hauptstrom- …rung die Eigenversorgung des Kraftwerkes aus den …melschienen der Vorwärmturbine sichert.

Erwähnt sei, daß bei der gewählten Schaltung den …wärmpumpen die Bedeutung von Kesselspeisepumpen …ommt, da ihr Ausfall die Verbindung zwischen den …densatpumpen und den Speisepumpen stört. Daraus …ibt sich die Notwendigkeit, die Arbeitsweise der Vor- …mpumpen in der gleichen Weise wie die der Kon- …sat- und der Kesselspeisepumpen zu sichern.

Regelung der Vorwärmung

Die gewählte Schaltung bedingt eine sorgfältige …chbildung der Regelung, die allen möglichen Be- …bsfällen angepaßt werden mußte. Da mehrere parallel …eitende Anlagen vorhanden sind, umfaßte die Aufgabe einmal die Tiefenregelung, d. h. die Regelung der in sich geschlossenen Vorwärmanlage, sowie die Seitenregelung, d. h. die Verteilung der Last auf die einzelnen Anlagen. Betrachtet man zunächst eine einzelne Anlage nach dem Plan in Abb. 13, so ergibt sich für die Regelung folgender Gedankengang:

Die Leistung der Hauptturbine ist durch die Belastung des Netzes bestimmt. Da das Kondensat der Hauptturbine auf eine gleichbleibende Temperatur vorgewärmt werden soll, so war die Vorwärmturbine mit einer Druckregelung zu versehen, die als Anzapf-Gegendrucksteuerung ausgebildet wurde. Die Leistung der Vorwärmturbine wird nur durch ihre Abdampf- und Anzapfdampfmenge bestimmt, die wiederum durch die Kondensatmenge der Hauptturbine gegeben ist.

Die Drehzahl der Vorwärmturbine ist dabei zwangläufig durch den Synchronismus des Netzes gehalten. Da die Kondensatmenge für die Leistung der Vorwärmturbine maßgebend ist, so stehen die Leistungen der Haupt- und der Vorwärmturbine stets in einem bestimmten Verhältnis zueinander.

Infolge der zweistufigen Mischvorwärmung erforderte die Kondensatförderung eine zweifache Regelung. Wie in Abb. 13 angedeutet, haben Abdampfvorwärmer und Anzapfdampf-Vorwärmer Schwimmerregler, die den Kondensatzufluß auf einen bestimmten Wasserstand drosseln. Die in jeden Behälter geförderte Kondensatmenge erleidet beim Fließen durch die Rieseleinbauten eine Verzögerung. Es war daher nötig, die Wasserräume der Abdampf- und Anzapfdampf-Vorwärmer als Speicherräume auszubilden. Da die Ausgleichbehälter unmittelbar hinter der Hauptturbine liegen, pflanzen sich Änderungen in der Speisewassermenge vom Kessel bis zum Abdampfvorwärmer rückwärts fort. Die dabei auftretenden Schwankungen im Kondensatdurchfluß werden durch die Wasserstandregler der Vorwärmanlage fast vollkommen abgedämpft. Dies wurde dadurch erreicht, daß diese Schwimmerregler zwischen den Förderungen null und Vollast Unterschiede im Wasserstand von rd. 0,5 m einstellen.

Geht man weiter auf den Parallelbetrieb mehrerer Vorwärmanlagen über, Abb. 14, so ergibt sich aus den vorstehenden Überlegungen folgende Arbeitsweise:

Die Kesselspeisepumpen entnehmen den Anzapfdampf-Vorwärmern Wassermengen, die sich je nach den inneren Widerständen der Saugleitungen oder den Druckunterschieden der Anzapfdampf-Vorwärmer auf die einzelnen Anlagen verteilen. Entsprechend verteilt sich die Belastung auf die Vorwärmturbinen nach den Wassermengen, die den einzelnen Vorwärmanlagen entnommen werden, unabhängig davon, ob sie mit der Belastung der zugehörigen Hauptturbine übereinstimmen.

Aus dieser Erkenntnis ergab sich die Notwendigkeit, zwischen die Behälter eine Verbindung zu legen, so daß bei Betrieb mehrerer Anlagen das feste Verhältnis zwischen den Leistungen von Haupt- und Vorwärmturbine einer Gruppe gelöst wird. Es bleibt dann nur die Forderung, daß die Gesamtleistung der Vorwärmturbinen zur Gesamtleistung der Hauptturbinen in bestimmtem Verhältnis steht.

Bleibt die Wassermenge, die durch die Vorwärmanlagen fließt, ungeregelt, so stellt sich die Belastung der einzelnen Vorwärmturbinen unabhängig von der Belastung der zugehörigen Hauptturbinen nach den Leitungswiderständen ein; sie läßt sich aber auch durch Verändern dieser Widerstände, im vorliegenden Fall durch Drosseln hinter den Anzapfdampf-Vorwärmern, beliebig verteilen. Der Betrieb hat mithin auch die Verteilung der Last auf die Vorwärmturbinen völlig in der Hand und kann, z. B. mit einer der Vorwärmmaschinen, getrennt auf das Netz der Hausversorgung fahren.

Die räumliche Anordnung der Vorwärm- und Verdampfer-Anlage und der zugehörigen Leitungen zeigen Abb. 15 und 16. Um die Überwachung des Betriebes dieser mehrstöckigen Anlage zu vereinfachen, werden die maßgeblichen Temperaturen und Mengen elektrisch auf eine Tafel in der Maschinenhalle der Vorwärmturbinen und Kesselspeisepumpen übertragen.

Abb. 15
Anordnung der Vorwärmanlage. Längsschnitt.
a Kesselspeisepumpe
b Anzapfdampf-Vorwärmer
c Abdampfvorwärmer
d Brüdenkondensator
e Vorwärmer des Zusatzwassers
f Filter
g Verdampfer

Abb. 16
Anordnung der Vorwärmanlage. Querschnitt.
a Anzapfvorwärmer
b Ausgleichbehälter
c Vorwärmer des Zusatzwassers
d Verdampfer
e Filter

Hierdurch bleibt auch für die Bedienung und Überwachung der für den Betrieb wichtige Zusammenhang zwischen den Vorwärmturbinen, der Aufbereitung und Vorwärmung des Kesselspeisewassers und der Kesselspeisung gewahrt.

Brandschutzeinrichtungen für die Maschinen

Für die Schutzeinrichtungen gegen Wicklungsbrände bei Kurzschluß oder sonstigen Störungen war einmal das Löschmittel und dann das Verfahren zu wählen, das die größte Wirksamkeit versprach. Als Löschmittel standen Frischdampf, Stickstoff und Kohlensäure zur Erörterung. Frischdampf sollte wegen des bei der Löschung möglichen Feuchtwerdens der Wicklungen ausscheiden; auch ließ sich die Dampflöschung kaum selbsttätig einrichten.

Da Stickstoff nicht flüssig bereitgestellt werden kann, hätte dieses Löschmittel selbst bei Zulassung sehr hoher Drücke große Behälter bedingt. Abgesehen hiervon bringt die hohe Spannung Schwierigkeiten in der Fortleitung des Gases mit sich. Infolgedessen dürfte Kohlensäure, die flüssig gelagert werden kann, und nach umfangreichen Versuchen keine schädlichen Einflüsse auf die Wicklungen der Maschinen ausübt, als das geeignetste Löschmittel angesehen werden.

Für das Großkraftwerk Klingenberg kam die Aufstellung von Sammelbehältern und die Fortleitung der Kohlensäure durch ein Netz von Rohrleitungen zu den einzelnen zu schützenden Maschinen in Frage. Hierfür standen grundsätzlich zwei Ausführungsarten zur Wahl: nach der einen wird die Kohlensäure in Rohren von gleichbleibendem Querschnitt flüssig bis zur Austrittstelle geleitet, nach der andern verdampft sie bereits in der Rohrleitung und wird als Gas mit stetigem Druckgefälle der Verbrauchstelle zugeführt.

Während bei der ersten Bauart die Kohlensäure die für die Expansion erforderliche Wärme der zu schützenden Maschine oder ihrer unmittelbaren Umgebung entzieht, nimmt sie bei der zweiten Bauart die Wärme zum größten Teil in den Rohrleitungen auf. Die gesamte Verdampfungswärme ist aber so gering, daß sie auf die Brandlöschung keinen Einfluß ausübt. Dagegen könnte die schnelle Verdampfung an den Maschinen zu Feuchtigkeitsniederschlägen an den Wicklungen führen.

Entscheidend für die Wahl der Bauart war ferner die Überlegung, daß bei abnehmendem Druck in den Rohrleitungen die Verteilanlage und die Absperrteile der Abzweige weniger beansprucht werden.

Die nach vorstehenden Gesichtspunkten durchgebildete Brandschutzanlage, Abb. 17, wurde von Walther & Co., Köln-Dellbrück, ausgeführt. In dem Löschraum

Abb. 17
Plan der Kohlensäure-Löscheinrichtung
a, *b*, *c* } zu den Hauptmaschinen
d zu den Transformatoren
e zu den Vorwärme-Stromerzeugern
f CO_2-Behälter
Ventilarten:
g Fernsteuerventile
h Standventil
i Umschaltventil
k Schutzventil

Abb. 18
CO_2-Löschvorgang
a CO_2-Menge
b Schließen des Hauptventils, Beginn des Nachblasens

sind zwei Kohlensäurekessel für je 550 kg aufgest die über Ventile Leitungen zu den einzelnen Schutzstel speisen. Dabei bildet einer der beiden Kessel eine s

Abb. 19
Plan der Turbinenölhaltung

Turbinenölbehälter
Frischölbehälter
Schmutzölbehälter
Reinölpumpe
e Tankpumpe
f Schmutzölpumpe
g Gegenstromvorwärmer
h Oelschleuder
i Reinölbehälter
k Druckluftejektor
l Frischöl
m Schmutzöl

Reserve, da der Inhalt eines Behälters genügt, die chützenden Räume für eine Zeit von 20 bis 30 min d. 50 vH Kohlensäure gefüllt zu halten.

An die Hauptleitung sind die Luft-Rückkühlräume Haupt- und Vorwärm-Stromerzeuger und die Transatorenzellen des Kraftwerks angeschlossen. Wäh- die Brandschutzeinrichtung der Stromerzeuger, r durch Druckknöpfe von verschiedenen Stellen des twerks aus, selbsttätig beim Ansprechen des Diffealschutzes ausgelöst wird, sind für das Einleiten Löschens der Transformatoren nur Druckknöpfe vorlen. Das Löschen vollzieht sich bei den Stromerzeu- in zwei Stufen; während des ersten, bei weitem kürn Zeitabschnitts werden ⅔ des Vorrates zu schützenden Maschine zugeleitet; der strömt in 20 bis 30 min, entsprechend der Auslaufzeit der Maschinen langsam und soll durch Deckung der Undichtigsverluste zum völligen Ersticken etwa mender Teile dienen.

Diese Arbeitsweise ist notwendig, weil glühend gewordene Metallteile sonst zum derbeginn des Brandes Anlaß geben könn- Das Umschalten der Anlage vom ersten den zweiten Abschnitt erfolgt selbsttätig h eine Wiegevorrichtung, auf der die lensäurekessel aufgestellt sind und an der zugleich ständig den Behälterinhalt nach- en kann. Beim Ansprechen der Löscheintung wird der Kohlensäure der volle rschnitt der Rohrleitung freigegeben, nach Umschalten strömt der Rest durch eine ere Umgehungsleitung, deren Querschnitt festgelegten Ausflußzeit angepaßt ist. Das ebnis eines Versuches an der Anlage zeigt . 18.

Ölhaltung des Kraftwerkes

Die großen Ölmengen für die Maschinen, nsformatoren und Schaltanlagen und die eutung der richtigen Behandlung und Reing dieser Öle zwangen dazu, eine beson- Anlage für die Aufbereitung des Öles zu schaffen, wo die notwendigen Ölmengen vorrätig gehalten und vor dem Abfüllen in die Maschinen und Transformatoren getrocknet werden. Die Anlage dient auch dazu, die im Gebrauch befindlichen Ölmengen ständig zu reinigen. Mit Rücksicht auf die möglichen Auswirkungen eines Brandes wurde die Anlage abseits vom Hauptwerk am Lagergebäude errichtet. Von dort führt ein ausgedehntes Leitungsnetz zu den einzelnen Hauptverbrauchern.

Die Unterschiede in der Beschaffenheit und der Behandlung der Öle für Maschinen und für Transformatoren und Schalter verlangen eine völlige Trennung der Reinigungsanlagen und Leitungen. Abb. 19 zeigt die Anlage für die Behandlung des Turbinenöles. Getrennte Rohrleitungen für Reinöl und Schmutzöl führen von hier zu jeder der Haupt- und Vorwärmturbinen. Für die Reinigung des Öles ist eine Schleuder aufgestellt, vor die ein Gegenstrom-Vorwärmer geschaltet ist. Um Vermischen oder Verschmutzen des gereinigten Öles zu vermeiden, wurden auch die Pumpen für Reinöl und für Schmutzöl getrennt. Die Schaltung ist so gewählt, daß das Öl auch während des Betriebes in langsamem Kreislauf gereinigt werden kann.

Abb. 20 zeigt den Plan der Anlage für das Transformatorenöl, die nach den gleichen Gesichtspunkten aufgebaut ist. Während die Transformatoren der Haupt- und Vorwärm-Stromerzeuger durch Rein- und Schmutzölleitungen unmittelbar mit der Aufbereitungsanlage verbunden sind, hat man im 30 kV-Schalthaus mehrere Zapfstellen zum Füllen der Ölschalter angeordnet. Zum Reinigen des Öles dienen eine Filterpresse und ein Vakuum-Kochkessel. Da das gebrauchte Öl der Schalter in der Regel stärker verschmutzt ist als das Öl der Transformatoren, wurden für diese Ölsorten getrennte Behälter aufgestellt. Alle nicht im Betrieb befindlichen Leitungen können frei von Öl erhalten werden. [B 684]

Abb. 20
Plan der Transformatorenölhaltung

a Transformatorengruppe
b zum 30 kV-Schalthaus
c Frischölbehälter
d Behälter für Schalterschmutzöl
e Behälter für Transformatorenschmutzöl
f Vakuum-Kochkessel
g Behälter f. Schalterreinöl
h Filterpresse
i Vorwärmer
k Schmutzölpumpen
l Tankpumpe
m Reinölpumpe
n Druckluftejektoren

Art der Leitungen:
o Frischöl (vom Behälterwagen)
p Schmutzöl
q Reinöl, gefiltert und getrocknet
r Stickstoff

Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingenberg

Von Dr.-Ing. Pohl, Berlin.

Anordnung und Gestaltung der 44 000 kVA-Drehstromerzeuger für die Hauptturbinensätze und der 12 500 kVA-Stromerzeuger der Vorwärmturbinen

Abb. 1
Gußgehäuse eines 44 000 kVA-Stromerzeugers. Im Inneren Kammern für den Eintritt, die Verteilung und den Austritt der Kühlluft.

Abb. 2
Ruhender Anker eines 44 000 kVA-Stromerzeugers. Wicklungsköpfe mit Evolventenbügeln und Versteifungsstücken bei abgenommener Schutzkappe.

Der Zweiwellenanordnung der Turbinen entsprechend sind für jeden Turbinensatz von 80 000 kW Leistung zwei Drehstromerzeuger von je 44 000 kVA bei 1500 Uml./min vorhanden. Ihre Spannung ist zwischen 6000 und 6600 V regelbar und wird durch je einen zugehörigen Transformator gleicher Leistung auf 30 000 V heraufgesetzt. Zwischen Stromerzeuger und Transformator, die als eine Einheit aufgefaßt werden, befinden sich keine Schaltorgane. Jeder Stromerzeuger ist mit einer zugehörigen Erregerdynamo von 220 V Betriebsspannung ausgerüstet, so daß auch bei kurzgeschlossenem Magnetregler jede Maschine getrennt regelbar ist. Da der Niederdruckteil der Turbine beim Anfahren zunächst nur ein geringes Drehmoment entwickelt, so haben die beiden Stromerzeuger einer Hauptturbine für das synchrone Hochfahren Fremderregung erhalten. Hierzu di Drehstrom-Gleichstrom-Umformer, die gleichzeitig Erregerreserve bilden.

Der Vorgang des Hochfahrens gestaltet sich e trisch so, daß zunächst beide Stromerzeuger fremd regt werden, so daß beide Wellen vom Stillstand an Synchronismus bleiben. Nach Erreichen der vo Drehzahl werden die Erregermaschinen mit der Fr erregung parallel und sodann wird die Fremderregung geschaltet, worauf die Erregerkreise beider Stromerzeu voneinander getrennt arbeiten. Die zum Hochziehen Niederdruckteils von der Hochdruckseite geliefe Ströme verlaufen über die beiden Transformatoren. doch ist auch die Möglichkeit vorgesehen, die 600 Schienen der beiden Seiten durch Trennstücke unmi bar miteinander zu verbinden.

Die konstruktive Durchbildung der Stromerzeu ist aus Abb. 1 bis 4 und aus Abb. 5 auf Tafel 10 zu sehen. Abb. 45, Textblatt 35, zeigt das Gesamtbild. Als schinen von 1500 Uml./min haben die Stromerzeuger ruhenden Anker eine vierpolige Wicklung; diese ist

Abb. 3
Einlegen der fertig gewickelten Spulen in die Läufernuten; links Läufer ohne geblätterte Zähne.

Abb. 4
Fertiger Läufer eines 44 000 kVA-Drehstromerzeugers

Abb. 5. Luftkühler für die 44 000 kVA-Stromerzeuger mit einzeln ausziehbaren Teilkühlern

abwicklung mit unterteilten und verschränkten rn der AEG-Bauart und Evolventenbügeln ausge-. Eine große Zahl massiver Versteifungsstücke hrleistet Kurzschlußsicherheit. Die Kühlluft tritt tücken durch mehrere axiale Kammern ein und kehrt radialem Durchströmen der Schlitze im Blechkörper ustrittsräumen zwischen den Kammern zurück, von ie dem Kühler zuströmt.

Der Läufer (Magnetrad) hat eingesetzte geblätterte e und vor dem Einbau fertig gewickelte und hart eßte Spulen, Abb. 3. Der Läuferkern besteht aus Trommel mit beiderseits eingeschrumpften Wellen-pfen. Die Schleifringe sitzen symmetrisch an bei-Enden des Läufers, wobei auf gute Zugänglichkeit nderer Wert gelegt ist, Abb. 4.

Die Erregermaschine ist nicht freitragend, sondern zwei Lagern ausgeführt und mit der Hauptmaschinen- durch eine schwach elastische Zahnkupplung ver-en, damit der Kommutator mechanisch möglichst läuft. Auch hier ist auf leichte Zugänglichkeit der ten und Bürstenhalter geachtet worden.

Die Verlustwärme der Drehstromerzeuger wird nach Kreislauf-Kühlverfahren abgeführt. Jede Maschine zwei voneinander unabhängige Kühler, die die er-nte Luft im Parallelstrom empfangen und ihre Tem-tur auf die festgesetzte Eintrittstemperatur herab-n. Bei der Konstruktion ist auf leichte Reinigungs-ichkeit und Auswechselbarkeit der Teilkühler be-erer Wert gelegt, Abb. 5. Zum Kühlen benutzt man nicht das Kondensat, sondern ausschließlich Kaltwasser; infolgedessen ergab sich ein vereinfachter Kühler und die Anzahl der übereinander liegenden Kühlerglieder blieb auf vier beschränkt. Auch nach Fortnahme eines der Glieder zum Reinigen kann die volle Maschinenleistung ohne unzulässige Erwärmung aufrecht erhalten werden. Die Ventilanordnung ist aus Abb. 5 ersichtlich und wegen ihrer Einfachheit und leichten Zugänglichkeit bemerkenswert.

Für die Temperaturüberwachung der Drehstromerzeuger dienen Thermoelemente, die in die Wicklung des Ankers eingebaut sind, sowie ein in der Magnetradwicklung vorhandenes, auf der Widerstandzunahme der Magnetwicklung beruhendes Meßgerät. Ferner werden auch an der Überwachungstafel des Kühlers die Warmluft- und die Kaltlufttemperaturen sowie die Temperatur des Kühlwassers angezeigt.

Zu jedem 80 000 kW-Turbinensatz gehört eine 10 000 kW-Vorwärmturbine, die mit einem Drehstromerzeuger dieser Leistung für 3000 Uml./min bei $\cos\varphi = 0{,}8$, d. h. für 12 500 kVA, gekuppelt ist. Abb. 6 und 7 zeigen die Ausbildung dieser Maschinen mit leicht abnehmbarem Blechmantel und liegend angeordnetem Erregeranker. Auch diese Stromerzeuger sind mit Kreislaufkühlung und Luftkühlern der gleichen Bauart, wie in Abb. 5, ausgestattet. [B 687]

Abb. 7
Drehstromerzeuger für 12 500 kVA

Abb. 6. Drehstromerzeuger für 12 500 kVA bei 3000 Uml./min, gekuppelt mit der Vorwärmturbine

Abb. 10
Die Warte

Abb. 11
Tafeln für die drei Maschinengruppen des ersten Ausbaues in der Warte nebst Schaltpulten

Der elektrische Teil des Großkraftwerkes „Klingenberg“

Von H. Probst, Berlin

(Hierzu Textblätter 37 und 38)

Gesamtanordnung der Schaltanlagen — 30 kV-Schaltanlage — Die Warte — 6 kV-Schaltanlage für Eigenbedarf — Gleichstromanlage — Schutzvorrichtungen

Gesamtanordnung der Schaltanlagen

D ie große elektrische Energiemenge, die im Groß- kraftwerk Klingenberg mit einer Spannung von 6 kV erzeugt und mit 30 kV durch unterirdisch egte Drehstromkabel in das Netz der Stadt Berlin ergeleitet wird, erfordert naturgemäß schon im ftwerk selbst die Verlegung zahlreicher elektrischer Starkstromleitungen. Beim Entwurf der elektrischen Schalteinrichtungen haben wir daher von vornherein danach gestrebt, die Starkstromleitungen nicht allein übersichtlich und betriebsicher zu verlegen, sondern auch den kürzesten Weg dafür zu finden. Dieses Ziel wird im allgemeinen am besten erreicht, wenn die Schalteinrichtungen an der Längsseite des Maschinen-

Abb. 1.
esamtschaltbild,
vereinfacht und
phasig gezeichnet

Von den drei Hauptmaschinengruppen sind nur zwei angedeutet; die umfangreichen Abzweige für die Speisung der Kühlwasserpumpen (*a*), Speisewasserpumpen (*b*), Transformatoren für 6000/380 V (*c*) und nach dem Kraftwerk Alt-Rummelsburg (*d*) sind fortgelassen.

A Hauptmaschine 88 000 kVA
B Vorwärmmaschine 12 500 kVA
C Maschine Alt-Rummelsburg 20 000 kVA
D Doppelsammelschienen 30 kV
E 30 kV-Kabelgruppen
F Doppelsammelschienen 6 kV für Eigenbedarf

a 6 Abzweige für Kühlwasserpumpen
b 6 „ „ Speisewasserpumpen
c 2 „ „ Transformatoren 6000/380 V
d 2 „ „ Alt-Rummelsburg
e Umformer für Kraftbedarf

f Umformer für Hilfserregung und Kraftreserve
g „ „ Lichtbedarf
h Lichtbatterie
i Betätigungsbatterie
k Abzweige für Betätigung der Schaltgeräte
l Umformer für Signalstrom

Abb. 2. Kupplung der Sammelschienen
Die Zeichenerklärung s. Abb. 24 auf S. 1899

hauses untergebracht sind. Dies ließ sich aber erst durchführen, als die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. das an der andern Seite der Köpenicker Chaussee gelegene Spreegrundstück, das ursprünglich nicht bebaut werden sollte, später doch noch käuflich erwerben konnte. Durch diesen Kauf war es möglich, das 30 kV-Schalthaus parallel dem Maschinenhaus, und zwar auf der andern Seite der Köpenicker Chaussee, zu errichten (vergl. den Lageplan auf S. 1831). In dem auf der einen Längsseite von der Köpenicker Chaussee begrenzten Maschinenhaus reichte der Platz nur dazu aus, die Haupttransformatoren unterzubringen, die auf der 6 kV-Seite durch blanke Kupferschienen mit den Stromerzeugern unmittelbar verbunden wurden.

Für die 30 kV-Schalteinrichtungen kam nur ein mehrstöckiger Aufbau in Frage, weil bei dem Verkauf des Spreegrundstückes gefordert worden war, das Schalthaus so schmal wie möglich auszuführen. Damit man nun von den Straßenarbeiten vollständig unabhängig war, wurden die von den Haupttransformatoren zum Schalthaus führenden 30 kV-Kabel in gemauerten und begehbaren Kanälen unterhalb der Straße verlegt.

Beim Aufbau der Hochspannungsanlage wurde die von der Bewag gegebene Vorschrift berücksichtigt, nach der zu vermeiden war, daß das Betriebspersonal zur Überwachung eines Ölschalters hinter einem andern unter Spannung stehenden Ölschalter entlanggehen muß. Diese Forderung ließ sich bei den von der AEG vorgeschlagenen Ausführungsarten der Hochspannungs-Schaltanlagen zwanglos erfüllen. Eine weitere Forderung der Bewag bestand darin, daß im 30 kV-Schalthaus zwei Drehstromkabel an einen Kabelölschalter angeschlossen werden sollten. Die Anzahl der Ölschalterzellen verringerte sich dadurch auf die Hälfte, und die Leistung des Abzweiges stieg von 7500 auf 15 000 kVA.

Die für den Eigenbedarf des Kraftwerkes erforderliche 6 kV-Schaltanlage, die Gleichstrom-Schaltanlage für die Drehstrom-Gleichstrom-Umformer und die Kommandoanlage, die „Warte", brachte man in Räumen unter, die unmittelbar an der Längsseite des Maschinenhauses liegen. Auf der Nordostseite der Köpenicker Chaussee stehen demnach die 30 kV-Haupttransformatoren und die gesamte Schaltanlage, die für den Eigenbedarf erforderlich ist, auf der andern Seite der Straße das 30 kV-Schalthaus, von dem aus durch Drehstromkabel der im Großkraftwerk und im Kraftwerk Alt-Rummelsburg erzeugte Strom in das 30 kV-Netz der Stadt weitergeleitet wird.

Die 30 kV-Schaltanlage

des ersten Ausbaues ist entsprechend dem einphasig gezeichneten Schaltbild, Abb. 1, in drei Abschnitte zerlegt, die über Ölschalter und Reaktanzspulen (Drosselspulen) miteinander verbunden werden können, Abb. 2. In jedem Abschnitt arbeitet eine Maschinengruppe, bestehend aus

einem Hauptmaschinensatz von 88 000 kVA,
einer Vorwärmemaschine von 12 500 kVA, und
einer Maschine von 20 000 kVA.

Die letztgenannte Masch[ine be]steht im alten Kraftwerk R[um]melsburg und soll ebenfalls [von] der Warte des Großkraftwe[rkes] Klingenberg aus gesteuert [wer]den. Auf die drei Sam[mel]schienenabschnitte sind dem[nach] je drei Maschinen mit rd. 120[000] kVA Gesamtleistung gescha[ltet].

Die beiden Stromerzeu[ger] eines Hauptmaschin[en]satzes sind unmittelbar [mit] je einem Transformator [von] 44 000 kVA durch blanke [auf] Isolatoren verlegte Kup[fer]schienen verbunden, die un[ter]halb des Maschinenhausbo[dens] in einem begehbaren Raum [lie]gen. Einige in den Kupfersc[hie]nen vorgesehene Trennste[llen] gestatten die Verbindung der beiden Stromerzeuger [mit] nur einem Transformator. Sollte also einmal einer [von] den beiden Transformatoren eines Hauptturbinensa[tzes] schadhaft werden, so besteht die Möglichkeit, die [Ma]schine über den andern Transformator, also mit hal[ber] Last, weiterarbeiten zu lassen.

Die sechs 44 000 kVA-Drehstrom-Transf[or]matoren von 6/30 kV für die drei Hauptmaschi[nen] sind nach der von der AEG eingeführten Fünfschen[kel]bauart ausgeführt. Die Wicklung ist doppelt konz[en]trisch angeordnet, derart, daß die Unterspannungswi[ck]lung zwischen zwei in Reihe geschalteten Oberspannun[gs]spulen liegt. Bei dieser Anordnung konnte man auch [für] die Oberspannung die bei diesen Transformatoren zu[erst] benutzte Wendelwicklung anwenden, weil nur durch di[ese] Anordnung die erforderliche Windungszahl innerhalb [der] axialen Spulenhöhe unterzubringen war.

Die neue Wicklung hat Ähnlichkeit mit einer Sc[hei]benwicklung, jedoch mit dem Unterschiede, daß die ra[dial] übereinander liegenden Flachdrähte parallel gescha[ltet] sind; dabei bildet jede Scheibenspule eine Windung, [und] die ganze Spule gleicht einer Schraubenlinie mit ebe[nso] vielen Gängen, wie Windungen vorhanden sind. Um [zu] vermeiden, daß die einzelnen parallelen Drähte in v[er]schiedenen Streufeldern liegen und deshalb unglei[che] Stromverteilung und zusätzliche Verluste auftreten, w[urde] die Wicklung in geeigneter Weise verschränkt.

Die Wicklung wurde in Dreieck-Stern-Schaltung a[us]geführt, und es ergaben sich hierbei sehr günstige Verh[ält]nisse. Die Unterspannungsspule erhielt 88 Windungen [mit] acht parallelen Drähten, die beiden Oberspannungsspu[len] je 127 Windungen mit sechs parallelen Drähten. Abb[. 3] zeigt den Eisenkörper mit zwei inneren Oberspannun[gs]spulen, Abb. 4 den fertigen Transformator ohne [Öl]kasten mit den außenliegenden Oberspannungsspulen.

Der Ölkasten ist ohne die überstehenden Armatur[en] rd. 5340 mm lang, 1690 mm breit und 3350 mm hoch. [Das] Gewicht des Transformators einschließlich Ölfüllung [be]trägt rd. 75 t, davon entfallen auf den Transforma[tor] ohne Ölkasten gemäß Abb. 4 rd. 48 t, auf den Kasten [12 t] und auf das Öl 15 t. Zum Kühlen der Transformato[ren] dient umlaufendes, mit Wasser gekühltes Öl.

Auf der 30 kV-Seite werden die beiden Trans[for]matoren eines Hauptmaschinensatzes parallel geschal[tet;] sie arbeiten dann als eine Einheit über zwei Ölscha[lter] auf die 30 kV-Doppelsammelschienen. Der eine [von] diesen Ölschaltern dient nur als Aushilfe, damit vermie[den] wird, daß wegen der Nachprüfung eines Ölschalters [der] große Maschinensatz stillgesetzt werden muß. Die Tra[ns]formatoren sind mit den im 30 kV-Schalthaus stehen[den] Ölschaltern durch Einphasenkabel verbunden, die, wie [er]wähnt, unterhalb der Köpenicker Chaussee in einem [be]gehbaren Kanal liegen.

Das 30 kV-Schalthaus[1]) hat außer dem Ke[ller] vier übereinanderliegende Räume. Im Erdgeschoß be[fin]den sich die Kabeltrennschalter und Stromwandler, die [für] die beiden Kabel einer Kabelzelle erforderlich sind.

[1]) s. Tafel 7, VII.

Probst: Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingenberg

Abb. 13
Das Innere eines Schaltpultes

Abb. 14
Verlegung der Meß- und Betätigungsleitungen auf der Rückseite einer Verteiltafel

Abb. 16
Ölschalterantriebe, Meßgeräte, Relais und Zähler im Ölschalterbedienungsgang der 6 kV-Schaltanlage

Abb. 17
Trennschalterantriebe und 6 kV-Sammelschienen

Abb. 21
Synchronmotor-Umformer für 2 × 220 V nebst Schalttafel für die 6 kV- und die Gleichstromanlage

Abb. 18
Reaktanzspulen für die 380 V-Abzweige

Abb. 23
Überwachungs- und Schalttafeln für zwei Kessel

Probst:
Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingenberg

Abb. 22 (links)
Eisengekapselte Scha
geräte für die Kessel
motoren

Abb. 3
enkörper eines 44 000 kVA-Transformators (Fünf-
chenkelbauart) mit inneren Oberspannungsspulen

Abb. 4
Fertiger 44 000 kVA-Transformator ohne Ölkasten

Abb. 5
drei Ölschalter für die 30 kV-Sammelschienen stehen hintereinander.
a fester Ölschalter *c* Durchführungs-
b senkbares Gehäuse Stromwandler

n Obergeschoß stehen die Reaktanzspulen und die ransformatoren. Außerdem ist hier noch eine Sam- hiene zum Prüfen der Kabel mit den zugehörigen nschaltern eingebaut. Im zweiten Obergeschoß n die Ölschalter mit ihren Antrieben und im dritten geschoß sind die Doppelsammelschienen mit den zu- rigen Trennschaltern untergebracht.

)as Schalthaus ist dem Schaltbild, Abb. 1, ent- hend in drei Gruppen unterteilt. Infolge der vor- nenen Treppenhäuser findet man sich trotz der großen Längenausdehnung sehr leicht zurecht. Ein Betreten der Schalträume beim Umschalten der Maschinen und der Abzweige auf den einen oder andern der beiden Sammelschienensysteme ist nicht erforderlich, weil nicht nur die Ölschalter, sondern auch die Trennschalter von der Warte aus elektrisch gesteuert werden.

Bestimmend für die Grundfläche der 30 kV-Schaltanlage sind die Reaktanzspulen für die Kabel und Sammelschienen. Diese Reaktanzspulen beanspruchen bei der bisher üblichen Anordnung der Ölschalter nebeneinander eine weit größere Grundfläche als die Ölschalter selbst. Um im vorliegenden Fall eine günstige Leitungsführung zu erzielen und die bei einem Kurzschluß entstehenden dynamischen Kräfte nach Möglichkeit herabzusetzen, hat man eine vollständig neue Anordnung geschaffen.

Man ersieht, aus den Querschnitten VII, Tafel 7, daß die Leitungen und Apparate der drei verschiedenen Phasen in den verschiedenen Stockwerken auf einer senkrechten Linie liegen. Es handelt sich aber bei diesem Aufbau nicht um eine Phasentrennung, wie man sie bei den amerikanischen Großkraftwerken in den letzten Jahren angewendet hat. Im Schalthaus des Großkraftwerkes Klingenberg sind die drei einphasigen Ölschalter, Abb. 5, eines Stromkreises nicht, wie bisher allgemein in Deutschland üblich, neben-, sondern hintereinander aufgestellt. Dadurch, daß die Ölschalterelemente mit ihrer schmalen Seite an der Wand sitzen, ist jeder Ölschalterkontakt leicht zugänglich.

Die drei Ölschalterglieder sind mechanisch gekuppelt und werden durch einen Kraftspeicherantrieb mit Gleichstrom von 220 V elektrisch ein- und ausgeschaltet. Ein Kurzschluß zwischen zwei Phasen ist bei der Gruppierung der Schaltgeräte im 30 kV-Schalthaus nicht möglich. Dagegen ist der Fall nicht ganz von der Hand zu weisen, daß Überschläge an Durchführungs-Isolatoren der Ölschalter in zwei verschiedenen Phasen gleichzeitig erfolgen könnten. Die Praxis hat bereits gezeigt, daß derartige Fälle, wenn auch selten, eintreten. Bei einem solchen doppelten Überschlag besteht die Möglichkeit, daß der volle Kurzschlußstrom des Kraftwerkes von dem einen Ölschalterdeckel durch das Antriebgestänge zum andern Ölschalter geht. Um dies zu verhindern, sind die Ölschalterdeckel der verschiedenen Phasen durch Kupferschienen verbunden und geerdet. Die Erdleitungen bestehen aus so stark bemessenem Flachkupfer, daß der auftretende Kurzschlußstrom keine Zerstörung der Erdleitung hervorrufen kann.

Sämtliche Ölschalterantriebe, Abb. 6, liegen im Gegensatz zu den amerikanischen Ausführungsarten auf dem gleichen Flur wie die Ölschalter, aber von diesen durch eine feuerfeste Wand getrennt. Der Bedienungs-

Abb. 6.
30 kV-Ölschalterantriebe, von den Schaltern durch eine feuerfeste Wand getrennt

Abb. 7
Antriebe der Trennschalter im 30 kV-Schalthaus

Abb. 8. Sammelschienen-Reaktanzspule für 30 kV, 44 000 kVA Durchgangleistung

gang für die Ölschalterantriebe liegt an der Seite der Köpenicker Chaussee. Der für die Entqualmung vorgesehene Gang liegt auf der entgegengesetzten, also der Spreeseite. In diesen Gang münden auch die Abzugrohre, durch welche die sich beim Abschalten der Ölschalter unter Kurzschlüssen bildenden Gase entweichen können.

Der elektrische Antrieb der Trennschalter ist so ausgeführt, daß Erdschlüsse in den Betätigungsleitungen keine ungewollten Ein- oder Ausschaltungen hervorrufen können. Die einpoligen Schalter werden nach den Angaben Klingenbergs durch Seilzug mechanisch gekuppelt, s. Abb. 7.

Die im 30 kV-Schalthaus eingebauten Reaktanzspulen für die abgehenden Kabel haben 5 vH Reaktanzspannung bei 15 000 kVA Durchgangleistung, die Sammelschienen-Reaktanzen, Abb. 8, 10 vH Reaktanzspannung bei 44 000 kVA Durchgangleistung. Die einzelnen Drähte der Reaktanzspulen sind mit Asbest isoliert und in Betonstützen eingegossen.

An den Sammelschienenabschnitt einer Maschinengruppe sind acht Kabelölschalter angeschlossen, und hinter jedem Kabeltrennschalter zweigen die E phasenkabel ab, Abb. 9, die sich in einer in der E verlegten Muffe zu einem Dreiphasenkabel vereinen.

Die Warte

oder der Kommandoraum, Abb. 10, S. 1890, liegt Vorbau des Maschinenhauses in der Nähe der Hau maschine 3, befindet sich also beim vollen Ausbau Kraftwerkes in der Mitte des Vorbaues VI, Tafel 7. Fußboden liegt 2,5 m über dem Maschinenflur und durch eine Brücke, die über die Köpenicker Chaus führt, mit dem Bedienungsraum der 30 kV-Ölschal verbunden. In dem unteren Teil dieser Brücke lie die zahlreichen Betätigungskabel, die von der Warte z Schalthaus führen. Als Meß- und Betätigungsleitun sind eisendrahtbewehrte Bleikabel benutzt, die 10 20 Adern von 6 mm² Querschnitt enthalten. Trotz großen Zahl der Betätigungskabel ist jedes einze Kabel von dem einen Endverschluß bis zum andern üb sichtlich verlegt und leicht zu verfolgen, Abb. 15.

Für den Aufbau der Warte war der Grundsatz Wichtigkeit, daß die Schaltgeräte der Eigenbeda

Abb. 9
Schaltbild für einen 30 kV-Doppelkabelabzweig, Zeichenerklärung s. Abb. 24 auf S. 1899

Abb. 12
Überwachungstafel für Turbinen, Kessel und Vorwärmung in der Warte

[...]ge und der Umformer nicht von der Warte aus be[...]t werden sollten. Demnach waren in der Warte in [...]er Linie die Meß- und Betätigungsgeräte für die [...]pt- und Vorwärmmaschinen und die Instrumente für [...] Überwachung der 30 kV-Abzweige unterzubringen. [...]ner sollten von der Warte aus die größeren Ma[...]nen des alten Kraftwerks Rummelsburg bedient wer[...] und in ihr auch die Geräte für die Überwachung des [...]pftechnischen Teiles des Großkraftwerkes ihren Platz [...]en.

Wie aus Abb. 10 und 11 hervorgeht, sind in der Warte [...] Teile vermieden, die eine ruhige und klare Wirkung [...]nträchtigen könnten. Die übliche Beleuchtungsart hat [...] durch eine mittelbare Beleuchtung ersetzt und alle [...]baren Wandarme vermieden, die man sonst für Syn[...]nisierzwecke usw. benutzt.

Auf der einen Längsseite der Warte, nach dem [...]V-Schalthaus zu, stehen die Meßgerätetafeln zum [...]eln der Stromerzeuger und auf der entgegengesetzten [...] die Tafeln zum Überwachen des dampftechnischen [...]es. Auf der schmaleren Seite stehen die Felder mit den [...]nell- und Stromreglern für die Maschinen und den Ge[...]n zum Überwachen und Schalten der 30 kV-Abzweige.

Abb. 11 zeigt die Tafeln für die drei Gruppen des [...]n Ausbaues. Jede Gruppe besteht aus vier Feldern, [...] zwar sitzen im ersten Felde links die Meßgeräte für [...]n der im Kraftwerk Alt-Rummelsburg stehenden [...]0 kVA-Stromerzeuger. Im zweiten Feld befinden sich [...] Meßgeräte für den Stromerzeuger der Vorwärmturbine [...] seinen Transformator. Das dritte Feld ist dem [...]0 kVA-Maschinensatz zugeordnet, und das vierte ent[...] die Meßgeräte für die Kupplung der Sammelschienen [...] deren Reaktanz. Die Instrumententafel baut sich also [...]erselben Weise auf wie das einphasige Schaltbild.

Bei der Ausbildung der S c h a l t t a f e l f e l d e r für [...] Hauptstromerzeuger war folgendes zu beachten: Die [...] Phasen einer 44 000 kVA-Maschine sollten durch je [...]n Strommesser überwacht werden; da jeder Haupt[...]chinensatz aus zwei Stromerzeugern besteht, waren [...] sechs Strommesser für jedes Feld eines Haupt[...]chinensatzes einzubauen, d. h. an Strommessern allein [...]viel Instrumente, wie sonst ein normales Feld im [...]zen an Meßgeräten erfordert. Da außer der Gesamt[...]tung noch jeder Stromerzeuger einen Leistungsmesser [...]lten sollte, waren außer den sechs Strommessern noch [...] Wattmeter unterzubringen. Hierzu kamen, weil jeder [...]merzeuger auch eine eigene Erregermaschine hat, vier [...]gerinstrumente, abgesehen von den üblichen Blind[...]ungs- und Spannungsmessern. Jedes Feld der Haupt-

Abb. 15
Kabelgang mit Meß- und Betätigungskabeln in der Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalthaus

gruppe mußte also statt der sonst üblichen sechs in diesem Falle fünfzehn Meßinstrumente erhalten.

Die gewählte Gruppierung der Instrumente zeigt Abb. 11. Hiernach befinden sich in der untersten Reihe vier runde Instrumente für die beiden Erregermaschinen. In der darüber liegenden Reihe sitzen sechs Strommesser in Profilform für die beiden Stromerzeuger. In der dritten, also mittleren Reihe befinden sich drei Leistungsmesser, von denen das große Instrument die Gesamtlast beider Stromerzeuger, die beiden kleineren die Einzelleistungen anzeigen. Die beiden oberen Geräte sind Blindleistungsanzeiger und Spannungsmesser. Diese Art der Einstellung erstreckt sich über die ganze Anlage, soweit die Maschinen- und Kupplungsfelder in Betracht kommen. Trotz der zahlreichen Instrumente ist es gelungen, sie so anzuordnen, daß sich die Instrumente gleicher Art in einer wagerechten Reihe befinden.

Vor den Instrumententafeln für die Maschinengruppen stehen die S c h a l t p u l t e, auf denen das Schaltbild und die für die Bedienung der Maschinen und Schalter erforderlichen Apparate angeordnet sind. Auf den Schaltpulten selbst sitzen keine Instrumente. Die R e l a i s, Z ä h l e r und s e l b s t s c h r e i b e n d e n G e r ä t e sind auf Marmortafeln untergebracht, die hinter der Meßgerätetafel und in einem darüberliegenden Raum stehen.

Mit Rücksicht auf die zu übertragende große Leistung erhielten die 30 kV-K a b e l a b z w e i g e außer den üblichen

RZ 688 Z 16

Abb. 19. Lageplan der 380 V-Schaltanlagen

a Kesselhaus A
b „ B
c Maschinenhaus mit den Hauptturbinen I, II, III
d Maschinenhaus-Vorbau
e Vorwärmanlage
f Werkstatt und Lager
g Kohlenaufbereitsanlage
h Vorbau für 5 Transformatoren 6000/380 V, gespeist von den Eigenbedarfsammelschienen
i 380 V-Hauptverteilung für Kohlenaufbereitung
k 380 V-Hauptverteilung für Kohlenstaubförderung und Brecheranlage
l 380 V-Hauptverteilung für Kohlenförderung
m 380 V-Hauptverteilung für den übrigen Eigenbedarf
n Verteilung für Kesselhaus
o „ „ Maschinenhaus
p „ „ Pumpenhaus
q „ „ Vorwärmanlage
r „ „ Werkstatt
s „ „ Lager und Ölhaltung

Schutzeinrichtungen in jeder Phase einen Strommesser. Auf den Feldern für die aus je acht Abzweigen bestehenden drei Kabelgruppen, von denen jede der Leistung einer Sammelschienengruppe entspricht, vergl. Abb. 10 und 12, Mitte links, sitzen oben die Spannungsmesser als große und die Leistungsanzeiger als kleine Instrumente. Darunter sind die nachgebildeten 30 kV-Sammelschienen mit den Signallampen angebracht. Dann folgen die Kontaktgeber für die an den Sammelschienen sitzenden Trennschalter, die drei Strommesser in Profilform für jeden Abzweig, die Kommandogeber für die Ölschalter, die Signalrelais und die Kontaktgeber für die Kabeltrennschalter. Alle diese Teile sind in der Form eines Schaltbildes übersichtlich gruppiert. Schauzeichen sind nicht verwendet.

Die Signallampen liegen an 24 V Spannung. Ein- und Ausschaltlampen haben verschiedene Farben und sind in zwei wagerechten Reihen angeordnet, so daß die Übersicht gegenüber der bisher üblichen Anordnung wesentlich erhöht wird. Außerdem haben die Einschaltlampen einen größeren Durchmesser als die Ausschaltlampen, so daß auch farbenblinde Wärter die Signalzeichen nicht verwechseln können und man auf die verschiedenen Farben der Lampen verzichten könnte.

Die in der Warte eingebauten vielen Meßgeräte, Kommandogeber, Signallampen brauchen auch eine entsprechend große Zahl von Meß- und Betätigungsleitungen. Für das Feld eines Hauptmaschinensatzes z. B. mußten 25 Endverschlüsse mit je 10 Adern vollkommen übersichtlich verlegt und gruppiert werden. Abb. 13 zeigt das Innere eines Schaltpultes und Abb. 14 die Leitungsverlegung auf der Rückseite einer Tafel für die 30 kV-Kabelabzweige, s. Textbl. 37. Abb. 15 gibt ein Bild von der Verlegung der Meß- und Betätigungskabel in der Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalthaus.

Die 6 kV-Schaltanlage für den Eigenbedarf

erhält in erster Linie ihren Strom von den Stromerzeugern der drei Vorwärmmaschinen, die je 12 500 kVA leisten. Diese Maschinen arbeiten unmittelbar auf die 6 kV-Doppelsammelschienen, können aber auch im Bedarfsfall über je einen Transformator gleicher Leistung auf die 30 kV-Hauptsammelschienen geschaltet werden (s. Hauptschaltbild Abb. 1), wenn die Vorwärmturbinen infolge der Dampfzufuhr eine größere Leistung hergeben können, als dem Kraftbedarf der Eigenanlage entspri

Im normalen Fall arbeitet nur eine Vorwärmmasch auf die 6 kV-Sammelschienen, und diese sind durch zugehörigen Transformator mit den 30 kV-Samm schienen verbunden. Der Transformator dient dann Lastausgleich und auch als Aushilfe für den Eigenbed falls die Vorwärmmaschine aus irgendeinem Grund geschaltet würde. Sollte dagegen bei diesem Zusamm arbeiten die Spannung auf der 30 kV-Seite bei ei Kurzschluß im Netz stark sinken und die Motoren Eigenbedarfs dadurch in Mitleidenschaft gezogen wer dann schaltet sich der Transformator selbsttätig ab die Vorwärmmaschine arbeitet allein auf das 6 kV-N Um eine Vorwärmmaschine von der 6 kV-Seite den zugehörigen Transformator leichter auf die 30 Seite umschalten zu können, werden die Trennscha von der Bedienungsschalttafel aus elektrisch gesteu

Beim Entwurf haben wir auch damit gerechnet, zwei oder drei Vorwärmmaschinen gleichzeitig auf Sammelschienen für den Eigenbedarf arbeiten kön Damit durch die Verbindung der 6 kV- und 30 kV-Samm schienen über den Transformator einer Vorwärmmasch die Kurzschlußströme auf der 6 kV-Seite keinen hohen Wert annehmen, hat jeder Transformator 12 500 kVA eine Eigenreaktanz von 10 vH und eine äuß Reaktanz von 5 vH erhalten.

Der Aufbau der 6 kV-Schaltanlage ist zweistöck In dem unteren Raume sind die Ölschalter, Strom- Spannungs-Transformatoren und die Kabelendverschlü untergebracht. Neben den Ölschalterantrieben im schalter-Bedienungsgang sind Meßgeräte, Relais Zähler in der üblichen Anordnung angebracht, Abb. 16 zwei Ölschalter sind durch einen Zwischenraum getre der vom Ölschalter-Bedienungsgang zugänglich ist die Nachprüfung eines Ölschalters ohne Gefährdung möglicht. Oberhalb des Ölschalterraumes liegen Trennschalter und die Doppelsammelschienen, Abb.

Die Ölschalter der 6 kV-Anlage sind kesselschalter mit Löschkammern für 300 000 kVA A schaltleistung. Dagegen sind die Ölschalter für die den 6 kV-Sammelschienen abgehenden Kabel nur 150 000 kVA Ausschaltleistung bemessen, weil die Ka durch Reaktanzspulen geschützt werden. Die Kabe schalter werden entweder von der Schalttafel im U formerraum aus, s. Abb. 21, Textbl. 38, oder von je Stellen aus gesteuert, an denen sich die zugehöri Motoren befinden. In der Nähe der Motoren steht kein Hochspannungs-Ölschalter oder -Anlasser.

Die Reaktanzspulen, die die Sammelschie der Kabelabzweige mit den Sammelschienen der V wärmturbinen verbinden, haben 10 000 kVA-Durchga leistung bei 10 vH Reaktanzspannung.

Die 380 V-Anlage

Die Motoren der Kühlwasserpumpen, Kesselspe pumpen und Drehstrom-Gleichstrom-Umformer liegen 6 kV Spannung, die Motoren zum Regeln der Kessel Gleichstrom von 440 V. Gleichstrom von 2 × 220 V 220 V ist für die Hilfserregung der Hauptstromerzeu für die Beleuchtung des Kraftwerks und für ei kleinere Motoren vorgesehen. Alle übrigen Motoren Kraftwerks sind an Drehstrom von 380 V angeschlos

Die für die 380 V-Anlage erforderlichen U spanner für 6000/380 V und Schaltapparate sind einem Anbau der Kohlenmahlanlage untergebra s. Tafel 7 und 8. Der Aufbau der 6 kV-Schaltanlage die Umspanner entspricht dem Aufbau der 6 kV-Sch anlage an der Längsseite des Maschinenhauses, d. h. handelt sich auch hier um den üblichen zweistöcki Aufbau. In den beiden oberen Räumen des Anba steht die 380 V-Hauptschaltanlage. Im Dachgeschoß lie die Sammelschienen mit den Trennschaltern und aktanzspulen, Abb. 18, Textbl. 38, und in dem Raum unter die selbsttätigen Ausschalter, Stromwandler und M geräte.

Von dieser 380 V-Hauptschaltanlage führen Kabel den Unterschalttafeln, die im Kraftwerk an den wich

A Kesselhaus A
B " B
C Maschinenhaus
D " -Vorbauten
E Vorwärmanlage
F Kohlenaufbereitungsanlage
G Warte
a 4 Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Kraftbedarf
a_1 2 Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Hilfserregung und Kraftreserve
a_2 2 Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Lichtbedarf
b Lichtbatterie
c Betätigungsbatterie
d 220/24 V-Umformer für Signalstrom
e Haupt-Turbodynamos
f Schalttafel für Kraft-Verteilung
g " " Licht- "
h Eisengekapselte Kraftverteilung für einen Kessel
k Verteilung für Betätigungs-Strom
l " " Signal- "
m Hilfserregung für Haupt-Turbodynamos
n Beleuchtung für Verwaltungsgebäude
o Kabel nach Kesselhaus B
p " zur 6 kV-Anlage
q " zum 30 kV-Schalthaus
r Lichtschalttafel für Haupt-Turbodynamos

Abb. 20. Gesamtschaltbild der Gleichstromanlage

n Verteilpunkten aufgestellt wurden, Abb. 19. Sämthe Niederspannungsabzweige sind nur durch selbstige Ausschalter geschützt; Schmelzsicherungen sind o nicht eingebaut.

Gleichstromanlage

Die D r e h s t r o m - G l e i c h s t r o m - U m f o r m e r - l a g e im Vorbau gegenüber den Hauptmaschinen 1 d 2 (Tafel 8) umfaßt vier Synchron-Motorgeneratoren r 2 × 220 V zu je 600 kW Gleichstromleistung für den aftbedarf der Kesselhäuser und zwei gleiche Ummersätze für Erzeugung des Erregerstroms, der zum nchronen Anfahren beider Wellen eines Hauptschinensatzes und bei Ausfall einer Erregermaschine forderlich ist. Zwei weitere mit Synchronmotoren antriebene Umformer für 2 × 220 V von je 300 kW eichstromleistung dienen für den gesamten Lichtbedarf s Kraftwerks mit Ausnahme der Kohlenmahlanlage d der Werkstatt, die außer einigen Gleichstrom-Notleuchtungskreisen Wechselstrombeleuchtung mit 220 V halten haben. Die beiden Umformer für Erregung id so geschaltet, daß sie auch als Aushilfe für die aftumformer herangezogen werden können. Die Schalng der Gleichstromanlage zeigt Abb. 20.

Die Synchronmotoren der Umformer werden drehromseitig asynchron über Anlaßtransformatoren mit lfe von Anlaßschaltern angelassen, die unterhalb der Umformer in feuersicher gegeneinander und gegen die Nachbarräume abgeschlossenen Kammern stehen. Dabei befinden sich die Antriebe der ferngesteuerten Anlaßschalter außerhalb der Hochspannungsanlage, sind also zur Überwachung und gegebenenfalls erforderlichen Bedienung mit der Hand ohne Gefahr für das Personal zugänglich.

Ebenfalls unter den Umformern, an der Wand nach dem Maschinenhaus, sind die Spannungsteiler für die Kraft-, Erreger- und Lichtumformer aufgestellt. Die zu den Kraftverteilanlagen in den Kesselhäusern führenden Nullpunktkabel sind hier von den Spannungsteilern unmittelbar abgenommen.

An der Längsseite des Umformerraumes steht die H a u p t s c h a l t t a f e l mit den Feldern für die Meßgeräte und die Betätigungsapparate der Gleichstrom- und der 6 kV-Schaltanlage. Die Schaltfelder sind aus Blechplatten hergestellt und passen sich dem Raum gut an, Abb. 21, Textbl. 38.

Die Gleichstrom-H a u p t s c h a l t g e r ä t e sind hinter den Umformer-Schalttafeln in zwei Geschossen untergebracht, so daß auch hier die räumliche Anordnung die denkbar günstigste Leitungsführung und Ersparnis an Leitungsmaterial gestattete. Im oberen Geschoß der Gleichstromanlagen, in gleicher Höhe mit den 6 kV-Sammelschienen für den Eigenbedarf, befinden sich die

2 × 220 V-Anlagen für den Kraftbedarf und für Erregung. Im unteren Stockwerk, in Höhe der 6 kV-Verteilölschalter ist die Hauptschaltanlage für die Gleichstrombeleuchtung untergebracht.

Die Gleichstromanlage für *Kraftbedarf* und die *Hilfserregeranlage* sind nebeneinander, also in einer Reihe aufgestellt. Die beiden durch Drahtgitter von einander getrennten Sätze von 440 V-Doppelsammelschienen, über denen sich die Trennschalter befinden, bieten weitgehende Schaltmöglichkeiten bei Störungen in einzelnen Anlageteilen. Die parallel mit dem Sammelschienengerüst aufgestellte Reihe der Kammern für die Überstromschalter enthält auch die Meßwiderstände und unterhalb der selbsttätigen Schalter die Klemmen für die Meß- und Betätigungsleitungen. Alle Gleichstrom-Selbstschalter in der Haupt-Kraftanlage sind als Fernschalter ausgebildet und durch feuersichere Wände von einander getrennt. Die Überstromschalter werden betätigt von der Gleichstrom-Schalttafel im Umformerraum aus, auf der in einem übersichtlichen Blindschaltbild durch Signallampen die jeweilige Stellung der einzelnen Schalter ersichtlich ist. Die vier Kraftumformer sind unmittelbar auf die vier in den Aschenkellern der beiden Kesselhäuser untergebrachten Hauptverteilanlagen für je vier Kessel geschaltet.

Von den Erregersammelschienen führen drei Abzweige zu den Hauptstromerzeugern über Fernschalter, mit denen von der Warte aus von Eigen- auf Fremderregung umgeschaltet wird. Sämtliche in der Hilfserregeranlage befindlichen Schalter sind untereinander so verriegelt, daß die Erregerstromkreise der Hauptstromerzeuger im Betriebe nicht geöffnet werden können.

Die Maschinen- und Hauptverteilanlage für die *Gleichstrombeleuchtung* enthält die Dreileiter-Sammelschienensätze mit Trennschaltern und Selbstschaltern auf einem gemeinschaftlichen Gerüst. Eine 220 V-Batterie, die an der einen Netzhälfte hängt, ist imstande, bei Ausfall des auf das Netz geschalteten Umformers etwa die Hälfte der Gleichstrombeleuchtung als Notbeleuchtung zu speisen. Um unter allen Umständen die Notbeleuchtung betriebsbereit zu halten, sind die Dreileiterabzweige von den Lichtsammelschienen mit einpoligen Selbstschaltern geschützt, so daß bei Erdschluß in einem Kabel die gesunde Hälfte der angeschlossenen Verteilanlage im Betriebe bleibt.

Die weitere Gleichstromverteilung für *Licht* und *Kraft* in den Kesselhäusern ist der Übersichtlichkeit halber weitgehend vereinheitlicht, Abb. 20. So wie die Kraftumformer unmittelbar auf die in den Aschenkellern an den vier Längsseiten der beiden Kesselhäuser aufgebauten, vom Betrieb vollständig abgeschlossenen Verteilanlagen arbeiten, führen auch Lichtspeisekabel zu vier Verteilanlagen, die in der Verlängerung der vorgenannten Kraftanlagen an den Kesselhaus-Längswänden Platz gefunden haben. Von diesen Verteilanlagen, sowohl für Kraft als für Licht, zweigen je vier Leitungen ab, die zu je einem Kessel führen. An jedem Kessel ist eine in Eisengehäuse eingeschlossene Verteilanlage angeordnet, Abb. 22, Textbl. 38. Von diesen Anlagen aus werden die zum Kesselbetrieb gehörigen Motoren gespeist. Die Kraftabzweige von den Hauptverteilanlagen im Aschenkeller zu den Verteilstellen für die einzelnen Kessel, sind auch mit Fernschaltern ausgerüstet, die der Wärter von der bei jedem Kessel aufgestellten Überwachungs- und Schalttafel betätigt, Abb. 23, Textbl. 38.

Schutzvorrichtungen

Die Maschinen und Einrichtungen eines Kraftwerkes werden am meisten durch die im Kabelnetz auftretenden *Kurzschlüsse* beansprucht. Um diese zum größten Teil unwirksam zu machen oder abzuschwächen, haben die 30 kV-Kabelfelder, wie schon erwähnt, eine *Reaktanzspule* von 5 vH bei 15 000 kVA Durchgangleistung erhalten. Aus diesem Grund ist die Ausschaltleistung der Kabelölschalter auf je 300 000 kVA beschränkt. Der anfängliche Kurzschlußstrom der Hauptstromerzeuger wird durch die Zusammenschaltung mit den beiden 44 000 kVA-Transformatoren herabgesetzt, deren Kurzschlußspannung 6 vH beträgt. Die 30 [...] Sammelschienengruppen sind durch Reaktanzspulen [...] 44 000 kVA Durchgangleistung und 10 vH Reakta[...] spannung verbunden, so daß der in einer Gruppe a[...] tretende Kurzschluß die andre Gruppe nicht ebenso st[...] in Mitleidenschaft zieht.

Die im 6 kV-Netz des Kraftwerkes auftreten[...] Kurzschlußströme werden infolge der hohen Eig[...] reaktanz der 12 500 kVA-Transformatoren sowie mitt[...] der in den 6 kV-Doppelsammelschienen eingebauten Re[...] tanzspulen herabgesetzt. Diese Transformatoren u[...] Sammelschienenreaktanzen haben je 10 vH Reakta[...] spannung.

Die Kurzschlußleistung der 380 V-Anlage wird du[...] den Einbau von Reaktanzspulen in den Hauptabzweig[...] vermindert, Abb. 18. Außerdem wird der auf der 380 V-S[...] auftretende Kurzschlußstrom dadurch herabgesetzt, [...] die Transformatoren auf der Unterspannungsseite ni[...] parallel geschaltet werden. Um trotzdem größtmöglic[...] Reserve beim Ausfallen eines Transformators zu hab[...] ist ein Ersatztransformator vorgesehen, der über ei[...] Hilfsschiene auf jede einzeln arbeitende Transformator[...] gruppe geschaltet werden kann.

Einen weiteren Schutz gegen den Dauerkurzschlu[...] strom bieten die *Stromregler* n, Abb. 24. Sie si[...] als Zweiphasen-(Doppel-)Strombegrenzungsregler aus[...] führt und haben den Zweck, die Maschinenströme üb[...] einen bestimmten, eingestellten Wert nicht anwachsen [...] lassen. Die Regler arbeiten in Verbindung mit d[...] selbsttätigen Spannungsschnellregler m in der Weise, d[...] nach Überschreiten der Ansprechstromstärke die Tät[...] keit der Spannungschnellregler aufgehoben wird und [...] Strombegrenzungsregler die Regelung der Erregersp[...] nung übernehmen.

Für den Überstromschutz der außerhalb der Hau[...] stromerzeuger und -transformatoren liegenden Teile [...] Schaltanlage dienen unabhängige *Überstrom-Zei[...] relais* o, deren Arbeitskontakte nur auf die Auslösu[...] der Ölschalter wirken, damit die Stromerzeuger nicht u[...] zweckmäßigerweise ihre Felderregung verlieren.

Eine für die Stromerzeuger der Vorwärmturbi[...] getroffene Sonderschaltung mittels unabhängiger Üb[...] strom-Zeitrelais und Rückwattrelais dient dazu, [...] den Fall, daß ein Stromerzeuger sowohl auf das 30 k[...] Netz, als auch auf die 6 kV-Eigenbedarfanlage arbeit[...] eine augenblickliche Abtrennung des Transformators v[...] den 6 kV-Sammelschienen bei Kurzschluß auf der 30 k[...] Seite zu bewirken. Hierdurch wird eine längere Sp[...] nungssenkung am Stromerzeuger vermieden, die das H[...] ausfallen der Nullspannungs- und Aulösemagnete [...] Eigenbedarfanlage zur Folge haben könnte.

Den wichtigsten *Schutz gegen innere Sch[...] den* bildet bei Stromerzeugern der *Erdschlu[...] schutz*, Abb. 24. Infolge der hier vorliegenden Tr[...] nung der Hauptstromerzeuger vom Netz beschränkt si[...] die 6 kV-Seite auf die Unterspannungsteile der Tra[...] formatoren, die Stromerzeuger selbst und die Verbi[...] dungsschienen und -kabel dazwischen. Der Erdschlu[...] schutz der Stromerzeuger ist daher gleichzeitig e[...] solcher für den ganzen Anlagenteil mit Stromerzeug[...] spannung. Die Bedingungen für die Herstellung ein[...] Erdschlußschutzes stellten sich infolgedessen als den[...] bar günstig dar und ergaben eine einfache Ausführung.

Der gemeinsame Nullpunkt der beiden Stromerzeug[...] eines Hauptmaschinensatzes ist über einen Widerstan[...] für 80 Ω und über einen Stromwandler h für 25/5 A [...] erdet. Ein hochempfindliches Stromrelais t, das bei 0,5[...] bereits anspricht, im Anschluß an den Nullpunkt-Stro[...] wandler h, schützt die Stromerzeuger und die Unte[...] spannungsteile der Transformatoren bis zu 94 vH d[...] Wicklungsumfanges. Die Erdung der Stromerzeuger h[...] vom Standpunkt des Überspannungsschutzes nur Vortei[...] Bei einem Überschlag eines Transformators kann d[...] Erdschlußreststrom der Hochspannungsseite gefahrl[...] abgeleitet werden. Allerdings muß die Isolation d[...] Stromerzeuger der ersten anstürmenden Sprungwe[...] standgehalten haben, ehe dieser Schutz sich bemerkb[...] machen kann.

Abb. 24. Schaltbild der 88 000 kVA-Stromerzeuger

- *a* Stromerzeuger
- *b* Erregermaschine
- *c* Transformator
- *d* Reaktanzspulen (Abb. 25)
- *e* Oelschalter mit Fernantrieb
- *f* Trennschalter mit "
- *g* Stromwandler
- *h* Erdschlußstromwandler
- *i* Differentialstromwandler
- *k* Spannungswandler
- *l* Erdungswiderstand
- *m* Spannungsschnellregler System Tirrill
- *n* Strombegrenzungsregler
- *o* Unabhängiges Ueberstromzeitrelais
- *p* Rückwattrelais
- *DR* Differentialrelais
- *q* Zeitrelais
- *r* Wattdifferentialrelais
- *s* Hilfstransformator
- *t* Erdschlußrelais

- *SR* Signalrelais
- *A* Strommesser
- *V* Spannungsmesser
- *EV* Erdschluß-Spannungsmesser
- *W* Leistungsmesser
- *BkW* Blindleistungsmesser
- *u* Synchronoskop
- *Fr* Frequenzmesser (Abb. 25)
- *v* Selbstschreibender Strommesser (Abb. 25)
- *w* " Spannungsmesser
- *x* " Leistungsmesser (RW)
- *Z* Zähler
- *y* Buchholz-Relais
- *z* Temperatur-Meßwiderstand für Oel-Kühlwasser
- a_1 Rückschlagklappe
- b_1 Kontaktthermometer im Transformator
- c_1 Temperatur-Meßwiderstand in der Oelumlaufleitung
- d_1 Magnetregler

- e_1 Nebenschlußregler
- f_1 Selbstschalter für Feldschwächung
- g_1 Feldschwächungswiderstand
- h_1 Drehzahlregler-Antrieb
- i_1 Druckknopfsteuerschalter
- k_1 Kommandoapparat in der Warte
- k_2 Kommandoapparat in der Vorwärmanlage (Abb. 25)
- k_3 Kommandoapparat im Maschinenhaus
- l_1 Betätigungsschalter
- m_1 Trennschalter mit Handantrieb
- p_1 Erreger-Umschalter
- q_1 Steckvorrichtung
- r_1 Temperaturanzeiger mit Signalkontakt
- s_1 Hupe
- t_1 Erdschlußdrossel (Abb. 9)
- u_1 Prüfsammelschienen
- *R* Ueberstromrelais
- *ZwR* Zwischenrelais
- *FR* Fallklappenrelais

Die Empfindlichkeit des Erdschlußrelais *t* ist so ge-
ählt, daß geringe Ströme, deren Ursache nachstehend
ngedeutet wird, im Erdungswiderstand fließen können,
ıne zu einem Fehlabschalten des Relais zu führen. Bei
rdschluß im 30 kV-Netz tritt eine Spannungsverlagerung
er Oberspannungswicklungen der Transformatoren ein.
ber die Kapazität der Ober- und Unterspannungswick-
ıngen der Transformatoren gegeneinander und über die
tromerzeugerseite und deren Erdungswiderstand oder über die Kapazität des Unterspannungsteiles gegen Erde schließt sich ein geringer Teil des kapazitiven Erdschlußstromes der Oberspannungsseite. Der Strom, der auf diese Weise im Erdungswiderstand zustande kommt, ist etwa von der Größenordnung 0,1 A, beträgt also 0,25 vH des Nennstromes des Widerstandes. Das Erdschlußstromrelais ist nun bei weitem nicht empfindlich genug, um bei diesem Stromfluß eine Fehlschaltung zu veranlassen. An dem Erdungswiderstand oder am Null-

Abb 25. Schaltbild des 12 500 kVA-Stromerzeugers
(Zeichenerklärung siehe Abb. 24)

punkt der Stromerzeuger tritt dementsprechend auch nur eine Spannung von 0,25 vH der Phasenspannung auf.

Wäre der Erdschlußschutz ohne Widerstanderdung ausgeführt und statt dessen, wie es vielfach geschieht, nur durch einen Spannungswandler im Nullpunkt und ein Spannungsrelais hergestellt, so gestaltete sich die Sachlage bei Erdschluß im 30 kV-Netz anders. Der Spannungswandler würde den von der Oberspannungsseite übertragenen Kapazitätsstrom nicht abführen können. Dem Strom bliebe also nur der Weg über die Kapazität der Unterspannungsseite. Infolgedessen würde die Stromerzeugerseite eine Spannung annehmen, die das Spannungsrelais, wenn es empfindlich genug wäre, zum Fehlansprechen brächte. Auch dreifach- und mehrfachharmonische Ströme, die durch Oberwellen der Phasenspannung im Erdungswiderstand verursacht werden können, sind von so geringem Wert, daß der Erdschlußschutz davon unberührt bleibt.

Den Erdschlußschutz der Transformatoren bilden die Buchholzrelais y und bis zu einem gewissen Grad auch der nachstehend beschriebene Watt-Differentialschutz. Die Hauptstromerzeuger und Transformatore sind vom gemeinsamen Nullpunkt bis zur Zusamme fassung der 30 kV-Seiten der Transformatoren zu Zwecke der Zählung usw. mit einem Differentia schutz versehen. Das Kraftwerk Klingenberg i daher eine der ersten Stellen, wo mit einem dreiphasige Hilfstransformator s und einem dreiphasigen Diff rentialrelais *DR* ein zweifacher wattmetrischer Diff rentialschutz verbunden ist.

Die Schaltungen des Haupt- und Hilfstransformato sind grundsätzlich gleich ausgeführt, abgesehen von d Wicklung für die Differentialrelais, die noch auf d Hilfstransformator aufgebracht und an die das in Ster geschaltete dreiphasige Differentialrelais angeschloss ist. Die Wicklungen des Hilfstransformators sind d Übersetzungsverhältnissen der Differentialstromwandle auf der Ober- und Unterspannungsseite angepaßt, de art, daß bei ordnungsmäßigem Betrieb in der dritt Wicklung keine Spannung erzeugt wird. Erst in de Augenblick, wo infolge eines Kurzschlusses zwische den beiden Differentialwandlersätzen die Flüsse i

[T]ransformator einen Unterschied ergeben, wird der [...] Wicklung eine Spannung aufgedrückt, die einen [...] im Differentialrelais zur Folge hat und es zur [Auslö]sung bringt.

[D]er Differentialschutz allein stellt nur einen Grob[schutz] dar. Kleine Fehler im Transformator, wie bei[spiels]weise Windungs- und Eisenschlüsse, werden durch [ein] dem Differentialrelais beigegebene hochempfind[liches] Wattdifferentialrelais r erfaßt. Dieses [...] arbeitet mit einer nach Aron geschalteten Doppel[wattm]eter-Anordnung, mit der die Leistungen ober- und [unter]spannungsseitig verglichen werden können. Infolge[desse]n zeigt das Relais im normalen Betrieb die Eisen- [un]d Kupferverluste des Transformators an, die man an [dem] Zeiger ablesen kann, gestattet also die dau[ernde] Überwachung des Transformators. Bei plötz[liche]n Ansteigen der Verluste gibt es Kontakt, infolge[desse]n laufen das Zeitrelais q und das Differentialrelais [un]d der Fallkontakt wird betätigt. Um ganz sicher [zu g]ehen und um neben dem Watt-Differentialrelais [no]ch über einen Aushilfsschutz zu verfügen, ist jeder [Tr]ansformator, wie bereits erwähnt, außerdem noch [du]rch ein Buchholz-Relais y geschützt.

[B]ei Störungen innerhalb des Schutzbereiches, d. h. [i]m Bereich zwischen Nullpunkt des Stromerzeugers [un]d den Differential-Stromwandlern auf der 30 kV-Seite [de]s Transformators muß die Erregung des Stromerzeu[ge]rs sofort aufgehoben und der gesamte Maschinensatz ab[ge]schaltet werden. Aus diesem Grunde arbeitet die Aus[lösun]g des Differentialrelais und des Erdschlußrelais [au]f den Selbstschalter für Feldschwächung f_1, der [die E]inschaltung je eines Widerstandes ϱ_1 in die Erreger[krei]se der Stromerzeuger wie auch in die Nebenschlußkreise [der E]rregermaschinen bewirkt. Ein Hilfskontakt am Feld[schwä]chungs-Selbstschalter schaltet sodann die Ölschal[ter] ab. Die Spannung der Stromerzeuger sinkt in [kurze]r Zeit auf die Remanenzspannung, so daß [die A]nkerwicklung infolge Weiterarbeitens des Strom[erzeu]gers auf die Fehlerstelle nicht mehr gefährdet ist. [Sch]limmstenfalls entstehende Brände werden durch Ein[lasse]n von Kohlensäure in die Frischluftkanäle zum Er[lösche]n gebracht. Zum Betätigen der Kohlensäure[lös]chvorrichtung dient ebenfalls das Differential[relai]s.

[W]ährend die Schutzeinrichtungen der Haupt[masc]hinensätze die Stromerzeuger und Transformatoren [al]s eine geschlossene Einheit umfassen, war es zweck[mäß]ig, die Stromerzeuger der Vorwärmtur[bine]n und ihre Transformatoren mit Rücksicht auf die [Eigen]bedarfanlage einzeln zu schützen. Die Schutzein[richtu]ngen der Vorwärmstromerzeuger unterscheiden [sich] in bezug auf den Erdschlußschutz grundsätzlich von [dene]n der Hauptstromerzeuger. Der unmittelbare An[schlu]ß der Eigenbedarfanlage an die Vorwärm[masc]hinen bedingt eine selektive Erdschlußschaltung, die [be]i den Hauptmaschinen bereits dadurch gegeben war, [daß] jeder Hauptstromerzeuger auf seinen zugehörigen [Tran]sformator arbeitet. Betrachtet man den Eigen[beda]rf als das Netz der Vorwärmstromerzeuger, so muß [verhi]ndert werden, daß ein Erdschluß in diesem Netz die [Absc]haltung der Stromerzeuger zur Folge hat. Aus [diese]m Grunde ist für die Vorwärmstromerzeuger eine [beso]ndere Schaltung, Abb. 25 und 26, entworfen worden.

[F]ür etwaige Kurzschlüsse im Schutzbereich des [Stro]merzeugers ist wieder das normale Differential[rela]is DR vorhanden. Das Erdschlußrelais t [ist d]agegen ein hochempfindliches Energierichtungsrelais, [das b]ei etwa 0,002 A, bezogen auf die Phasenspannung, [noch] mit Sicherheit anspricht. Die Spannungsspule des [Relai]s liegt an der Sekundärwicklung eines Einphasen[spa]nnungswandlers k, der im Nullpunkt des Strom[erzeu]gers parallel zum Erdungswiderstand l angeordnet [ist, w]ährend die Stromspule in der Unsymmetrieschal[tung] über den Nullpunkt des Differentialrelais an den [Stro]mwandlersatz vor dem Stromerzeuger auf der Öl[schal]terseite angeschlossen ist.

[T]ritt ein Erdschluß im Stromerzeuger auf, so er[gibt] sich infolge der Verlagerung des Spannungsdreiecks

Abb. 26
Grundsätzliches Schaltbild des Erdschlußschutzes von Stromerzeugern. Zeichenerklärung s. Abb. 24.

eine Spannung im Nullpunkt, deren Größe durch die Lage des Erdschlusses im Stromerzeuger selbst bedingt ist. Diese Spannung hat einen Strom zur Folge, dessen Größe durch die Bemessung des Widerstandes festliegt. Die Nullpunkte der Vorwärmstromerzeuger sind über je einen Erdungswiderstand von 320 Ω geerdet, so daß bei voller Phasenspannung 10 A Nullpunktstrom zustande kommen. Unter dem Einfluß von Nullpunktstrom und -spannung wird dann ein Drehmoment auf die Drehscheibe des Erdschlußrelais ausgeübt, das entsprechend der Energierichtung die Scheibe rechts oder links herum antreibt.

Mit Rücksicht auf die hohe Empfindlichkeit des Erdschlußrelais haben wir bei den Vorwärmmaschinen die Grundschaltung für Falschstromausgleich angewandt. Sie besteht darin, daß man den Falschstrom unschädlich macht, der infolge der Ungleichheit der Übersetzungsverhältnisse der Differentialwandler zustande kommt und über die Stromspule des Erdschlußrelais fließt. Dieser Falschstrom kann jede beliebige Phasenlage annehmen und beim Auftreten einer Spannung im Nullpunkt, verursacht durch einen Erdschluß im Netz, unter Umständen eine Fehlschaltung des Relais veranlassen. Daher ist in der Erdleitung des Maschinennullpunktes ein Stromwandler angeordnet, dessen Übersetzungsverhältnis etwas größer ist als das der Differential-Stromwandler. Der nach den Sammelschienen zu liegende Wandlersatz, der mit dem Nullpunktwandler in Differentialschaltung zusammengeschlossen ist, schickt nun im Fall eines außerhalb des Schutzbereiches auftretenden Erdschlusses die sich aus dem Unterschied der Ströme ergebende Unsymmetriekomponente entgegen der Auslöserichtung durch die Stromspule des Erdschlußrelais und gleicht einen in Richtung der Auslösung wirkenden Falschstrom aus.

Die 12 500 kVA-Transformatoren der Vorwärmmaschinen haben die gleichen Einrichtungen wie die Haupttransformatoren, also Buchholzschutz und Differentialschutz.

Die von den 30 kV-Sammelschienen abgehenden Kabel sind durch Distanzrelais (Fernrelais, die bestimmte Streckenabschnitte überwachen), das 30 kV-Netz durch Petersen-Spulen geschützt. [B 688]

Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes Klingenberg

Von R. Tröger, Berlin-Zehlendorf

Mit Hilfe der im ersten Abschnitt abgeleiteten allgemein gültigen Wirtschaftsgleichungen werden die Wärmeverluste der verschie[…]denen Teilbetriebe des Großkraftwerkes Klingenberg und daraus der betriebsmäßige Wärmeverbrauch des vollständigen Kraft[…]werkes in Abhängigkeit von dem Nutzungsgrad ermittelt. Den Schluß bilden eine Aufstellung über die spezifischen Anlagekosten und ein Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse mit denen herkömmlicher Werke.

Rechnungsgrundlage

Grundsätzlich gilt für alle Wirtschaftsrechnungen von Erzeugungsstätten, also auch von Kraftwerken, die Beziehung: der Wert des den Betrieb verlassenden Erzeugnisses („Erzeugniswert") ist die Summe aus dem in dem Erzeugnis enthaltenen „Stoffwert" und den Werten, die zur Erzeugung aufzuwenden sind („Erzeugungswert").

Stoffwert bedeutet hierbei die in dem Erzeugnis enthaltene und nach dem Einkaufspreis bewertete Menge der Ausgangstoffe. Ihre Veredelung und Umformung im Lauf der Erzeugung bleibt also beim Stoffwert unberücksichtigt. Nur unter dieser Voraussetzung ist es möglich, einen alle Wirtschaftsvorgänge umfassenden Begriff des „Wirkungsgrades" abzuleiten und damit die zahlreichen Unklarheiten zu beseitigen, zu denen dieser aus der Technik entlehnte, umfassende Maßstab zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit geführt hat.

Bezeichnet

W_t den Wert des zur Zeit t hergestellten Erzeugnisses (Erzeugniswert),

W_{Mt} den in dem Erzeugnis W_t enthaltenen Stoffwert,

W_{At} den Wertaufwand bei der Erzeugung von W_t (Erzeugungswert),

so gilt:

$$W_t = W_{Mt} + W_{At} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1).$$

In der reinen Energiewirtschaft entsprechen: „Erzeugniswert" dem Energieaufwand, „Stoffwert" der Energiewirkung und „Erzeugungswert" dem Energieverlust.

Jede Wirtschaft verfolgt das Ziel, den Erzeugungswert W_{At} so niedrig wie möglich zu erhalten, ihn also im Idealfall vollkommen verschwinden zu lassen. Die Verhältniszahl aus Stoff- und Erzeugniswert bildet einen zweckmäßigen Maßstab für den Grad, bis zu dem dieser Idealzustand erreicht ist; sie stellt den „Wirkungsgrad" η_t des betrachteten Wirtschaftsvorganges dar. Aus Gl. (1) folgt demnach:

$$\eta_t = \frac{W_{Mt}}{W_t} = \frac{W_{Mt}}{W_{Mt} + W_{At}} \quad \ldots \ldots \quad (2).$$

Der Wirkungsgrad ist null, wenn $W_{Mt} = 0$, also in der Zeit t kein fertiges Erzeugnis geliefert wird. Mit zunehmender Lieferung oder „Leistung" W_{Mt} steigt η_t etwa bis zur Vollastgrenze, nach deren Überschreitung der Wirkungsgrad erfahrungsgemäß schnell zurückgeht. Daraus folgt: der Erzeugungswert W_{At} nimmt mit der Leistung nach einer Exponentialfunktion von W_{Mt} zu. Diese Beziehung läßt sich bei allen Wirtschaftsvorgängen hinreichend genau darstellen durch:

$$W_{At} = a + b\,W_{Mt} + c\,W_{Mt}^2 \quad \ldots \ldots \quad (3);$$

a, b und c sind Festwerte, die das betreffende Erzeugungsverfahren kennzeichnen: a entspricht dem Wertaufwand (Verlust) für $W_{Mt} = 0$, also bei Leerlauf des Betriebes. Wir nennen:

a = Leer-Verlustzahl,
b = Last-Verlustzahl,
c = Lastquadrat-Verlustzahl.

Kennt man die Erzeugnis- oder Erzeugungswerte eines Betriebes für drei verschiedene Leistungen W_{Mt}, so sind damit alle drei Festwerte bestimmt.

Gl. (1) bis (3) setzen einen ununterbrochenen Verlauf der Erzeugung bei unveränderlicher Leistung voraus; sie gelten daher, streng genommen, nur für kurze Zeiten. Um den Wert W der Erzeugnisse in einer beliebigen Zeit $\Delta t = t_1 - t_0$ zu bestimmen, muß man Gl. (1) nach der Zeit integrieren.

Wenn nichts andres bemerkt ist, rechnen wi[…] Zeit stets von $t_0 = 0$ bis $t_1 = 1$. Im Sonderfall sind […] die Ergebnisse noch mit der wirklichen Zeitdauer zu[…]tiplizieren. Aus Gl. (1) und (3) folgt:

$$W = \int_0^1 W_{Mt}\,\mathrm{d}t + a\int_0^1 \mathrm{d}t + b\int_0^1 W_{Mt}\,\mathrm{d}t + c\int_0^1 W_{Mt}^2\,\mathrm{d}[…]$$

Die Abhängigkeit der Leistung von der Zeit […] sich allgemein annähernd bestimmen, wenn man die […] des zeitlich aufgetragenen Lastverlaufes nach ihrer […] ordnet, wodurch bekanntlich das Ergebnis der Integr[…] nicht verändert wird, und folgende die Betriebsart […]zeichnende Größen als Unveränderliche der Glei[…] annimmt:

W_{Mv} = Volleistung des Betriebes,

W_{Ms} = Spitzenwert der Leistung während der […]dauer Δt,

$$m_v = \frac{W_{Ms}}{W_{Mv}} = \text{Spitzengrad} = \frac{\text{Spitzenwert der Leistung während der Zei[…]}}{\text{Volleistung}}$$

$$m = \text{Leistungsgrad oder Lastgrad} = \frac{\text{Durchschnittsleistung während der Zeit } \Delta[…]}{\text{Spitzenleistung } W_{Ms}}$$

$$\mu = m_v\,m = \text{Nutzungsgrad} = \frac{\text{Durchschnittsleistung während der Zeit } \Delta[…]}{\text{Vollastleistung } W_{Mv}}$$

$$m_g = \text{Ungleichförmigkeitsgrad der Leistung} = \frac{\text{Mindestleistung während der Zeit } \Delta t}{\text{Spitzenleistung } W_{Ms}}$$

Die Näherungsgleichung lautet dann:

$$W_{Mt} = m_v\,W_{Mv}\left[m_g + (1 - m_g)\,t^{\frac{1-m}{m-m_g}}\right] \quad . […]$$

Diese Gleichung genügt der Begriffsbestimmun[…] Lastgrades, nämlich:

$$m = \frac{1}{m_v\,W_{Mv}}\int_0^1 W_{Mt}\,\mathrm{d}t \quad . \ . \ . \ […]$$

Der Ungleichförmigkeitsgrad m_g beeinflußt led[…] das quadratische Glied von Gl. (4); der Gesam[…] dieses Gliedes ist meist nur ein Bruchteil von jene[…] übrigen Glieder dieser Gleichung (bei den Wirtsc[…]rechnungen von Kraftbetrieben verschwindet er prak[…] wie später gezeigt wird); es ist daher ohne erhebl[…] Fehler zulässig, in Gl. (5) $m_g = 0$ zu setzen, also:

$$W_{Mt} = m_v\,W_{Mv}\,t^{\frac{1-m}{m}} \quad \ldots \ldots […]$$

Damit erhält man als Lösung von Gl. (4)

$$W = \mu\,W_{Mv} + \left[a + b\,\mu\,W_{Mv} + c\,\frac{\mu\,m_v}{2-m}\,W_{Mv}^2\right]$$

Daraus folgt als der **spezifische Erzeug[…]wert** w, d. i. der durchschnittliche Wert für die E[…] der während des Zeitabschnittes $t_0 = 0$ bis $t_1 = 1$ h[…]stellten Erzeugnisse:

$$\underline{w = \frac{W}{\mu\,W_{Mv}} = 1 + \left[\frac{\alpha}{\mu} + b + \gamma\,\frac{m_v}{2-m}\right]} \quad . \ . \ […]$$

wenn

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{a}{W_{Mv}} \\ \gamma &= c\,W_{Mv} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots […]$$

ferner als **spezifischer Erzeugungswert** […] spezifischer Verlust w_A, d. i. der durchschnittliche […]

ir die Einheit der während des Zeitabschnitts $t_0 = 0$ $= 1$ hergestellten Erzeugnisse:

$$w_A = \frac{a}{\mu} + b + \gamma \frac{m_v}{2 - m} \quad \ldots \ldots (11)$$

ıls Wirkungsgrad der während des Zeitab-ts $t_0 = 0$ bis $t_1 = 1$ geleisteten Arbeit

$$\eta = \frac{1}{w} = \frac{1}{1 + \left[\frac{a}{\mu} + b + \gamma \frac{m_v}{2 - m}\right]} \quad \ldots \ldots (12).$$

Zusammengesetzter Betrieb

at das Erzeugnis, wie z. B. die elektrische Arbeit, r Herstellung mehrere aufeinanderfolgende Arbeits-nge zu durchlaufen, so sind die Wirtschaftsglei-en für jeden Teilvorgang besonders zu bestimmen. rodukt ergibt dann den Erzeugniswert w_Σ des Ge-etriebes:

$$w_\Sigma = w_1 \, w_2 \cdots w_n \quad \ldots \ldots (13).$$

m aus Gl. (13) einen beliebigen Augenblickswert s Erzeugnisses zu bestimmen, hat man w_Σ mit dem be-nden Nutzungsgrad μ_1 zu multiplizieren und $m_1 = m_n = 1$ zu setzen; demnach

$$w_{\Sigma_t} = (m_{v1} + a_1 + b_1 \, m_{v1} + \gamma_1 \, m_{v1}^2) \left(1 + \frac{a_1}{m_{v2}} + b_2 + \gamma_2 \, m_{v2}\right) \cdots \left(1 + \frac{a_n}{m_{v_n}} + b_n + \gamma_n \, m_{v_n}\right) \quad \ldots \ldots (14).$$

ie Abhängigkeit der Spitzen-, Last- und Nutzungs-m_v, m, μ voneinander kann man rechnerisch nur erfassen, wenn sämtliche Betriebe gleichmäßig arbeiten und an keiner Stelle größere Vorräte ge-t werden. Bei dieser in jedem neuzeitlichen Betrieb trebten und in der Energiewirtschaft fast restlos geführten Arbeitsweise folgt aus der Gleichheit der ebenen und aufgenommenen Werte zweier aufein-folgender Teilbetriebe:

$$\left.\begin{aligned} m_1 \, w_1 &= m_2 \, w_{s1} \\ m_2 \, w_2 &= m_3 \, w_{s2} \\ &\cdots\cdots \\ &\cdots\cdots \\ m_{n-1} \, w_{n-1} &= m_n \, w_{s(n-1)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots (15);$$

$_{\ldots (n-1)}$ = dem vom Teilbetrieb 1, 2, ..., $(n-1)$ bei Spitzenlast $m_{1,2,\ldots(n-1)} = 1$ aufgenommenen oder vom Teilbetrieb 2, 3, . . ., n bei Spitzen-last abgegebenen Wert.

)ie Werte $w_{1,2\ldots(n-1)}$ und $w_{s\,1,2,3\ldots(n-1)}$ sind aus)) zu bestimmen; man erhält demnach als allgemeine hung für die gegenseitige Abhängigkeit der Teil-ade:

$$= m_{n-1} \frac{1 + \left[\frac{a_{n-1}}{\mu_{n-1}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \cdot \frac{m_{v(n-1)}}{2 - m_{n-1}}\right]}{1 + \left[\frac{a_{n-1}}{m_{v(n-1)}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \, m_{v(n-1)}\right]} \quad (16).$$

Jnter der weiteren, durchweg zutreffenden Annahme, lie Maschinen in den Teilbetrieben zu gleicher Zeit elastet laufen, gilt ähnlich Gl. (15) für die Spitzen-m_v:

$$\left.\begin{aligned} m_{v_1} \, w_{s_1} &= m_{v_2} \, w_{v_1} \\ m_{v_2} \, w_{s_2} &= m_{v_3} \, w_{v_2} \\ &\cdots\cdots \\ &\cdots\cdots \\ m_{v(n-1)} \, w_{s(n-1)} &= m_{v\,n} \, w_{v(n-1)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots (17)$$

$_{,3\ldots(n-1)}$ = dem vom Teilbetrieb 1, 2, . . ., $(n-1)$ bei Vollast $(\mu_{1,2,3\ldots n} = 1)$ aufgenommenen oder vom Teilbetrieb 2, 3, . . ., n bei Vollast abgegebenen Wert.

)emnach folgt aus Gl. (9) und (17):

$$= m_{v(n-1)} \frac{1 + \left[\frac{a_{n-1}}{m_{v(n-1)}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \, m_{v(n-1)}\right]}{1 + [a_{n-1} + b_{n-1} + \gamma_{n-1}]} \quad (18)$$

und aus Gl. (16) und (18):

$$\mu_n = m_n \, m_{vn} = \mu_{n-1} \frac{1 + \left[\frac{a_{n-1}}{\mu_{n-1}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \frac{m_{v(n-1)}}{2 - m_{n-1}}\right]}{1 + [a_{n-1} + b_{n-1} + \gamma_{n-1}]} \quad (19).$$

Ist $\gamma_{1,2,3\ldots(n-1)} = 0$ oder vernachlässigbar klein, so erhält man aus Gl. (19):

$$\mu_n = \frac{(1 + b_{n-1}) \, \mu_{n-1} + a_{n-1}}{(1 + b_{n-1}) + a_{n-1}} \quad \ldots \ldots (20).$$

Sämtliche Rechnungsgrößen der Wirtschaftsgleichungen (9) bis (20) sind dimensionslose Verhältnis- (Vergleichs-) Werte; der Wertmaßstab kann beliebig gewählt werden; die Gleichungen gelten daher allgemein und für wirtschaftliche Untersuchungen jeglicher Art, insbesondere auch für zusammengesetzte Betriebe, bei denen das Erzeugnis eine Reihe von Arbeitsvorgängen mit den verschiedensten Wertmaßstäben zu durchlaufen hat.

Anwendung auf das Großkraftwerk Klingenberg

Den „Stoffwert" eines Kraftwerkbetriebes bildet die an das Netz abgegebene elektrische Arbeit in kWh. Der „Erzeugungswert" (Verlust) setzt sich zusammen aus den Aufwendungen, die erforderlich sind, um die angelieferte Kohle in elektrische Arbeit umzusetzen, mit Ausnahme des der nutzbar abgegebenen Arbeit gleichwertigen Teiles der Kohle. Man unterscheidet zweckmäßig folgende Arten von Aufwendungen:

a) Kohle,
b) Betriebstoffe: Öl, Wasser, Werkstattstoffe usw.,
c) Löhne und Gehälter,
d) Kapitaldienst: Zinsen, Abschreibungen, Erneuerungen.

Die vorliegende Arbeit behandelt lediglich den wärmewirtschaftlichen Teil des Betriebes, also die Bestimmung des an erster Stelle aufgeführten Kohlenaufwandes. Am Schluß sind noch die Anlagekosten zusammengestellt, die die Grundlage des Kapitaldienstes bilden.

Wärmewirtschaftlicher Teil

Nach dem heutigen Stande der physikalischen Erkenntnis ist die Arbeit identisch mit der Bewegung der an dem Arbeitsvorgang beteiligten Masse. Der Satz von der Erhaltung der Arbeit gilt daher unverändert für die Bewegung. Wenn durch Kohle Bewegung „erzeugt" werden kann, so muß schon die unverbrannte Kohle eine mindestens gleichwertige Bewegung ausführen, obwohl sie sich scheinbar in Ruhe befindet. Die Bewegung der Kohle geschieht in einer Form, die bei der Unvollkommenheit unserer Sinne nicht unmittelbar wahrgenommen wird. Arbeit „leisten" oder „erzeugen" bedeutet somit lediglich, eine vorhandene Bewegung einer Masse in eine gleichwertige, jedoch verschieden geartete Bewegung derselben oder einer andern Masse umzuformen.

Die Technik ist heute noch nicht im Stande, die Eigenbewegung der Kohle unmittelbar in elektrische Bewegung zu verwandeln; sie muß sie zu diesem Zweck mindestens viermal „umformen". Hierzu ist eine Reihe von Teilbetrieben nötig, deren Wärmegleichungen man einzeln bestimmen muß, um die Wirtschaftlichkeit des vollständigen Arbeitsvorganges zu erfassen.

Für die Untersuchung erweist es sich als zweckmäßig, das Kraftwerk in folgende Teilbetriebe zu gliedern:

1. Eigenverbrauchsanlagen mit elektrischem Antrieb,
2. Maschinenanlage (Turbodynamos und Vorwärmung),
3. Anlagen zur Übertragung der Wärme (Dampf- und Warmwasserleitungen),
4. Kesselanlage,
5. Kohlenaufbereitung.

Eigenverbrauchsanlagen mit elektrischem Antrieb

Im Kraftwerk Klingenberg werden alle Hilfsanlagen elektrisch angetrieben. Die Energie wird den 6 kV-Hilfssammelschienen der Vorwärm-Stromerzeuger entnommen.

Zahlentafel 1
Elektrischer Eigenverbrauch des Kraftwerkes Klingenb bei Leerlauf und bei Vollast

Nr.	Abnahmestelle	Eigenverbrauch bei Betrieb mit					
		1 Maschinen-gruppe		2 Maschinen-gruppen		3 Maschin gruppe	
		unbelastet kW	voll belast. (90 000 kW) kW	unbelastet kW	voll belast. (180 000 kW) kW	unbelastet kW	voll (270 0 k
1	Maschinenanlage: Kühlwasser- und Kondensatpumpen, Siebrechenanlage, Rückkühlung der Stromerzeuger	700	880	1 400	1 760	2 100	2
2	Kesselanlage: Speisewasserpumpen einschl. Zusatzpumpen der Vorwärmung . . .	500	750	950	1 400	1 400	2
	Gleichstromumformer .	200	660	360	1 200	450	1
3	Kohlenaufbereitung: Mühlen, Trockner, Förderschnecken, Filter, Kompressor, Staubförderung	350	1 000	500	1 500	700	2
4	Kohlenförderanlage . . .	150	350	200	500	300	7
5	Beleuchtung	190	190	240	240	290	[illegible]
6	Heizung (Winter)	110	110	130	130	150	1
7	Gebrauchswasserpumpen	15	20	25	30	30	
8	Verschiedenes	70	140	80	160	90	1
9	zusammen	2 285	4 100	3 885	6 920	5 510	9 6

Für die Hilfsantriebe erster Ordnung, d. s. im wesentlichen die Pumpen der Kondensation und der Kesselspeisung, stehen Dampfreserven zur Verfügung, die jedoch nur im Notfall oder beim Hochfahren der Anlage laufen und infolgedessen die Wärmewirtschaft praktisch nicht beeinflussen. Obwohl z. B. die Arbeit der Kühlwasserpumpen oder der Saugzugmotoren Verluste der Turbodynamos oder der Kesselanlage darstellen, ist es rechnerisch einfacher, alle elektrischen Hilfsantriebe, wie oben angegeben, zu einem besonderen Betrieb zusammenzufassen. In Zahlentafel 1 ist der Eigenverbrauch so geordnet, daß er erforderlichenfalls auf die verschiedenen Teile der Einrichtung verrechnet werden kann.

Der Eigenverbrauch steigt annähernd linear mit der Belastung des Kraftwerkes. Unter dieser Annahme ($c = 0$) folgt aus Gl. (8) der Eigenverbrauch bei Vollast ($\mu_1 = 1$):

$$W_{v_1} = W_{Mv_1} + [a_1 + b_1\, W_{Mv_1}] \quad (21)$$

Die Zahlenwerte dieser Gleichung ergeben sich aus Zahlentafel 1; sie sind in Zahlentafel 2 zusammen mit den Wirtschaftsgleichungen eingetragen.

Maschinenanlage

Die Ergebnisse der Abnahmeversuche an den Hauptturbinen zeigen zwischen Voll- und Viertellast eine fast genaue lineare Abhängigkeit des Dampfverbrauches von der Belastung. Da praktisch nur dieser Lastbereich interessiert, darf in Gl. (8) $c = 0$ gesetzt werden. Mit einem Zuschlag von rd. 5 vH auf die Versuchswerte zur Berücksichtigung der unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten des praktischen Betriebes (Schwankungen des Dampfdrucks, der Überhitzung, der Luftleere, der Schaufelabnutzung usw.) ist der Dampfverbrauch einer Hauptmaschine Q_D zwischen Viertel- und Vollast einschließlich Erregung

$$Q_D = 10\,300 + 3{,}84\, \mu_2\, W'_{Mv_2}\,(\text{kg}) \; . \; . \; . \; . \; . \quad (23);$$

W'_{Mv_2} = Klemmleistung einer Hauptturbodynamo bei Volllast.

Den Zustandswerten des Turbinendampfes: 33 at abs, 400° bei 25° Endtemperatur entspricht ein Wärmegefälle von 746 kcal/kg und ein elektrisches Gefälle von 746/860 = 0,868 kWh/kg. Demnach erhält man aus Gl. (8) und (23)

$$W'_2 = \mu_2\, W'_{Mv_2} + \left[8940 + 2{,}33\, \mu_2\, W'_{Mv_2}\right] \; . \; . \; . \quad (24)$$

und ferner, da $W'_{Mv_2} = 80\,000$ (kW):

$$a_2' = \frac{8\,940}{80\,000} = 0{,}112, \qquad b_2' = 2{,}33.$$

Die Wirtschaftsgleichung der Hauptturbine daher:

$$w_2' = 1 + \left[\frac{0{,}112}{\mu_2} + 2{,}33\right] \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Der Vollastwirkungsgrad beträgt:

$$\eta'_{v_2} = \frac{100}{1 + (0{,}112 + 2{,}33)} = 29{,}1 \text{ vH}.$$

Die Vorwärmturbinen arbeiten in der als Abdampfturbinen mit einer Anzapfstufe. An und Abdampf dienen zur Vorwärmung des Speisewas das thermodynamisch unbenutzte Wärmegefälle des Da stromes der Vorwärmturbinen kommt also dem Krei bis auf folgende Verluste zugute:

Verluste, bezogen auf Vollast-Klemmenleist

Verlustart		Leer-Verlust vH	Last-Verlust vH	Lastqu Verl vH
mechanisch	rd.	1,5	—	—
Wärmeableitung	„	0,5	—	—
elektrisch	„	2,8	—	2,
Summe	rd.	4,8	—	2,

Zahlentafel 2
Eigenverbrauchsgleichungen

	Betrieb mit 1 Maschinengruppe	2 Maschinengruppen	3 Maschinengruppen
Klemmenleistung W_{v_1} . . . . . kW	90 000	180 000	270 000
Nutzbare Leistung W_{Mv_1} . . . „	85 900	173 800	260 350
Festwert a_1 . . . . „	2 285	3 885	5 510
„ $b_1\, W_{Mv_1}$ . . . . . . „	1 815	3 035	4 140
$\alpha_1 = \frac{a_1}{W_{Mv_1}}$	0,0266	0,0222	0,0212
$b_1 = \frac{b_1\, W_{Mv_1}}{W_{Mv_1}}$	0,0211	0,0175	0,0159
w_1 aus Gl. (9)	$1 + \left[\frac{0{,}0266}{\mu_1} + 0{,}0211\right]$ (Gl. 22 a)	$1 + \left[\frac{0{,}0222}{\mu_1} + 0{,}0175\right]$ (Gl. 22 b)	$1 + \left[\frac{0{,}0212}{\mu_1} + 0{,}01\right.$ (Gl. 22 c)
Vollastwirkungsgrad η_{v_1} aus Gl. (12)	0,955	0,962	0,964

ie Stopfbüchsenverluste werden später bei dem Zuasser berücksichtigt.

emnach sind die Festwerte:

$a_2'' = 0{,}048$,

$b_2'' = 0$,

$\gamma_2'' = 0{,}024$;

irtschaftsgleichung der Vorwärmmaschinen ist

$$w_2'' = 1 + \left[\frac{0{,}048}{\mu_2} + 0{,}024 \frac{m_{v2}}{2 - m_2}\right] \quad \ldots\ldots (26)$$

er Vollastwirkungsgrad

$$\eta_{v_2}'' = \frac{100}{1 + [0{,}048 + 0{,}024]} = 93{,}3 \text{ vH.}$$

a sich das Verhältnis der thermodynamischen Wirgrade der Haupt- und Vorwärmturbinen hen Voll- und Viertellast nur wenig ändert und da mit festem Dampfgefäll arbeiten (Anzapfdampf und npf der Vorwärmturbine werden auf gleichbleibenden geregelt), so muß auch das Leistungsverhältnis Maschinen annähernd gleich bleiben. Die Abweien vom Mittelwert liegen unter 5 vH. Das Leisverhältnis beträgt zwischen Voll- und Viertellast ittel 12,6 vH.

ei der Einheit der Klemmenleistung des vereinigten inensatzes betragen demnach die aus Gl. (25) und berechneten Wertanteile:

Hauptturbine:

$$0{,}888\, w_2' = 0{,}888 + 0{,}0995 \frac{1}{\mu_2} + 2{,}069,$$

orwärmturbine:

$$0{,}122\, w_2'' = 0{,}122 + 0{,}0059 \frac{1}{\mu_2} + 0{,}0029 \frac{m_{v2}}{2 - m_2}.$$

us folgt als Wirtschaftsgleichung der Maschinenpe:

$$w_2 = 1 + \left[\frac{0{,}1054}{\mu_2} + 2{,}069 + 0{,}0029 \frac{m_{v2}}{2 - m_2}\right] \quad \ldots (27)$$

unter Vernachlässigung des quadratischen Verlustes in der Klammer, das nur den Bruchteil von 1 vH esamtverlustes ausmacht, abgerundet:

$$w_2 = 1 + \left[\frac{0{,}105}{\mu_2} + 2{,}075\right] \quad \ldots\ldots (28).$$

Vollastwirkungsgrad ist dann:

$$\eta_{v_2} = \frac{100}{1 + [0{,}105 + 2{,}075]} = 31{,}5 \text{ vH.}$$

n Zahlentafel 3 sind die aus Gl. (25) für verschie Belastungen berechneten Wirkungsgrade der Hauptnen denen der vereinigten Maschinengruppe gegengestellt.

Zahlentafel 3

besserung des Maschinenwirkungsgrades durch die Vorwärmung

Belastung Maschinengruppe	Thermischer Wirkungsgrad Hauptmaschine vH	Thermischer Wirkungsgrad Maschinengruppe vH	Wirkungsgradverbesserung vH
st = 90 000 kW	29,10	31,54	8,39
st = 67 500 „	28,80	31,21	8,37
st = 45 000 „	28,19	30,54	8,35
st = 22 500 „	26,50	28,70	8,31

Der wirkliche Gewinn durch Vorwärmung ist gerinda die zugehörige Vorwärmanlage, wenn auch nur ge, zusätzliche Verluste hervorruft, die in dem folen Abschnitt berücksichtigt sind.

Aus Gl. (20) folgt $\mu_2 = \frac{(1 + b_1)\,\mu_1 + a_1}{(1 + b_1) + a_1}$.

Setzt man die Werte für a_1 und b_1 aus Zahlentafel 2 so erhält man bei Betrieb mit

$$\left.\begin{array}{ll} \text{r Maschinengruppe} & \mu_2 = 0{,}9750\ \mu_1 + 0{,}0250 \\ \text{Maschinengruppen} & \mu_2 = 0{,}9786\ \mu_1 + 0{,}0214 \\ \text{„} & \mu_2 = 0{,}9795\ \mu_1 + 0{,}0205 \end{array}\right\} \quad (29).$$

Anlagen zur Übertragung der Wärmearbeit

(Dampf- und Wasserleitungen)

Die Aufwendungen oder Verluste bei Fortleitung der Wärmearbeit durch die Rohrleitungen mittels Dampf und Warmwasser teilt man zweckmäßig in drei Arten:

a) Verluste durch Wärmeableitung in die Außenluft,
b) Verluste durch Strömung in den Leitungen,
c) Verluste durch Undichtheiten der Leitungen.

Werden die Verluste getrennt bestimmt, so lautet Wirtschaftsgleichung (9):

$$w_3 = 1 + [w_{Aa} + w_{Ab} + w_{Ac}]$$
$$= 1 + \left[\frac{a_a + a_b + a_c}{\mu_3} + (b_a + b_b + b_c) + (\gamma_a + \gamma_b + \gamma_c)\frac{m_{v3}}{2 - m_3}\right] \quad (30).$$

Um die Übertragungsverluste in dieser allgemeinen Form zu erfassen, muß man Näherungsannahmen machen. Die hierdurch bedingten Ungenauigkeiten, die auf höchstens ± 15 vH geschätzt werden, beeinflussen das Endergebnis wenig, da alle Übertragungsverluste zusammen nur einen geringen Teil der übrigen Verluste im Kraftwerk bilden.

Wir setzen voraus, daß für den Betrieb einer Maschinengruppe jeweils ⅓ der gesamten Rohrleitungsanlage nötig ist, und daß infolgedessen die für das vollständige Kraftwerk (drei Maschinengruppen) berechneten Festwerte in Gl. (30) auch bei Betrieb mit einer oder zwei Maschinengruppen unverändert gelten.

Im Wärmemaßstab beträgt die nutzbare Energieabgabe (Erzeugniswert) der Leitungen bei Vollast:

$$W_{Mv_3} = 860 \frac{W_{Mv_1}}{\eta_{v_1}\,\eta_{v_2}} \text{ kcal/h}$$

Nach Zahlentafel 2 ist für Betrieb mit drei Maschinengruppen

$$W_{Mv_1} = 260\,350 \text{ kW},$$
$$\eta_{v_1} = 0{,}964,$$
$$\eta_{v_2} = 0{,}315,$$

mithin

$$W_{Mv_3} = 738 \cdot 10^6 \text{ kcal/h.}$$

Vernachlässigt man die Schwankungen der Unterschiede zwischen Innen- und Außentemperatur der Leitungen, so ist die stündliche Wärmeableitung unveränderlich, demnach sind b und γ in Gl. (11) null und

$$w_{Aa} = \frac{a_a}{\mu_3}.$$

Nach den ausgeführten Messungen betragen die Wärmeableitzahlen des Kraftwerkes, bezogen auf die metallische Rohroberfläche einschließlich eines Sicherheitszuschlages für unisolierte Teile

für Frischdampfleitungen mit Zubehör
rd. 0,44 kcal/m² °C h,

für Leitungen der Vorwärmanlage mit Zubehör
rd. 0,61 kcal/m² °C h.

Aus der Rohroberfläche der Gesamtanlage und dem Temperaturgefälle zwischen Rohr und Luft ergeben sich folgende Ableitungsverluste:

	Rohroberfläche m²	Temperaturgefälle °C	Isolationsverluste (a in Gl. 10) kcal/h
Frischdampfleitungen	2750	rd. 385	0,466.10⁶
Vorwärmleitungen .	2800	„ 115	0,197.10⁶
	5550		0,663.10⁶

daraus folgt

$$w_{Aa} = \frac{0{,}663 \cdot 10^6}{738 \cdot 10^6\, \mu_3} = \frac{0{,}9 \cdot 10^{-3}}{\mu_3} \quad \ldots\ldots (31).$$

Als Strömungsverluste in den Rohrleitungen kommen drei Arten, nämlich die Verluste für Wasser, für Kohlenstaub-Luftgemisch und für Dampf (Frischdampf, Abdampf und Anzapfdampf) in Frage.

Zum Fortbewegen der ersten beiden Mittel dienen besondere elektrisch angetriebene Pumpen; ihre Strömungsverluste sind daher im elektrischen Eigenverbrauch (Zahlentafel 1) bereits berücksichtigt. Die Verluste in den Rohrleitungen für den Anzapf- und Abdampf der Vorwärmturbinen sind infolge der kleinen Stromgeschwindigkeiten und kurzen Leitungen bedeutungslos und werden vernachlässigt.

Die Stromverluste in den Frischdampfleitungen hängen teilweise von der Schaltung des Rohrnetzes ab, s. S. 1882. Abb. 9 bis 11. Die Leitungen sind so bemessen, daß die Strömgeschwindigkeit bei der üblichen Schaltung unter Vollast der Turbinen am Anfang der Leitung rd. 80 m/s, und der Spannungsabfall bis zum Ende der Leitung rd. 2 at, d. s. knapp 6 vH, beträgt. Werden diese Werte zugrunde gelegt, so sind die durch den Dampfstrom hervorgerufenen Änderungen der ohnehin geringen Isolationsverluste Gl. (28) bedeutungslos; die Strömungsvorgänge vollziehen sich daher praktisch ohne Wärmeaustausch zwischen Strommittel und Umgebung der Rohrleitungen.

Daraus folgt: die Gesamtbewegung der im Dampfstrom enthaltenen Masse, d. h. die Summe aus sichtbarer und unsichtbarer (Wärme-) Bewegung, bleibt während des Strömens unverändert. Wie der Spannungsabfall und die damit zusammenhängende Volumenvergrößerung in der Leitung beweisen, führt die Reibung der Dampfteilchen aneinander und an der Rohrwandung dazu, die sichtbare Bewegung des Dampfes auf Kosten der unsichtbaren (Wärmebewegung) zu vergrößern. Der in der Strömrichtung beschleunigte Teil der sichtbaren Strombewegung kommt der Turbine zugute; dieser Einfluß der Reibung bedeutet somit keinen Verlust.

Der übrige, turbulente oder gegen den Strom gerichtete Teil der Zunahme der sichtbaren Bewegung wird fortlaufend in unsichtbare Bewegung (Wärme) zurückverwandelt; diese Umwandlung: molekulare in sichtbare und zurück in molekulare Bewegung, läßt sich nicht beliebig wiederholen; wird der Strom anderweitig nicht beeinflußt, so wird erfahrungsgemäß der aus der molekularen in sichtbare Bewegung umwandelbare Teil mit jedem Kreislauf kleiner; daher nimmt in längeren Leitungen trotz ununterbrochener Erzeugung turbulenter Bewegung die Gesamtturbulenz nicht zu, sondern es vermehrt sich nur die Wärmebewegung um einen dem Totlaufen der Turbulenzbewegung gleichwertigen Betrag. Um genau ebenso viel wird der zur Erzeugung von sichtbarer (mechanischer) Bewegung verwendbare Teil des in die Turbine einströmenden Dampfes verringert; das ist daher der eigentliche Strömungsverlust der Frischdampfleitungen.

Da sich die Gesamtturbulenz des Stromes, wie eben gezeigt, praktisch nicht ändert, so kann man den Strömungsverlust an der Hand der Entropietafel aus den Zustandswerten des Dampfes am Anfang der Leitung und im Kondensator und aus dem Spannungsabfall in der Leitung ermitteln, s. Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4
Zustandswerte

	Anfang der Leitung	Ende der Leitung	Kondensator
	1	2	3
Temperatur t . . . . . °C	410	—	—
Spannung p . . . . at abs	35	33	0,04
Wärmeinhalt J . kcal/kg (ausschl. Strombewegung)	776	—	—
Entropie S	1,623	—	—
Spez. Volumen . . . m³/kg	0,088	—	—
Strömgeschwindigkeit v m/s	80	—	—

Der durch die Beschleunigung des Dampfstromes von v_1 auf v_2 bedingte Abfall des Dampfdrucks von p_1 auf p_2 darf vernachlässigt werden, wie folgende Überschlagrechnung zeigt:

Den ungünstigsten Fall, isothermischen Spannungsverlauf, vorausgesetzt, ist

$$v_2 = v_1 \frac{p_1}{p_2} = 84{,}8 \text{ m/s},$$

und der auf die Beschleunigung zwischen Anfang [und] Ende der Leitung entfallende Teil des gesamten D[ruck]abfalls:

$$\Delta p = \frac{(v_2^2 - v_1^2)\,\gamma}{2\,g\,10\,000} \text{ at} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

mit $\gamma = 10{,}9$ ist $\Delta p = 0{,}044$ at abs, d. s. rd. 2 vH de[s ge]samten Druckabfalls.

Mit dieser Vernachlässigung erhält man folg[ende] Stromverluste der Leitung aus der JS-Tafel:

	p at	J_1 kcal/kg	S	J_8 kcal/kg	[...]
Anfang der Leitung . . .	35,0	776,0	1,623	495,0	[...]
Ende der Leitung	33,0	776,0	1,626	496,7	[...]

$\Delta J =$ [...]

Die in der Turbine ausnutzbare Dampfwärme [...] 281,0 kcal/kg wird durch den Einfluß der Leitung [um] $\Delta J = 1{,}7$ kcal/kg vermindert; ΔJ entspricht daher [dem] Stromverlust der Leitung bei Vollast.

Da der Stromverlust bei Leerlauf null ist (a [= 0]) und bis Vollast praktisch linear ansteigt ($\gamma = 0$), s[o er]halten wir aus Gl. (11) für den spezifischen St[rom]verlust:

$$w_{Ab} = b_b = \frac{1{,}7}{279{,}3} = 0{,}061 \;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

Unter den Verlusten durch Undic[h]theiten der Leitungen verstehen wir sämtl[iche] Abgänge an umlaufendem Strommittel (Dampf [und] Wasser), die dauernd durch das „Zusatzwasser" zu [er]gänzen sind; diesen Verlust kann man einwandfrei [fest]stellen; er umfaßt außer den Undichtheiten der [Lei]tungen die Stopfbüchsenverluste der Turbinen, die [Un]dichtheiten der Kessel, die Abgänge durch Entschlam[mung,] Rußblasen usw.

Die Menge an Zusatzwasser beträgt im Regel[fall,] wenn alle drei Maschinengruppen laufen, rd. 12 t/h [bei] Leerlauf und 36 t/h bei Vollast.

Nach dem spezifischen Wärmeaufwand entfallen [...] von rd.

50 vH auf Frischdampf,	Wärmeaufwand rd.	755 kca[l/kg]
10 „ „ Anzapfdampf	„ „	640
5 „ „ vorgewärmtes Wasser,	„ „	125
35 „ „ Kesselwasser	„ „	230

Der mittlere Wärmewert der durch Zusatzwasser [er]setzten Wasserverluste beträgt somit rd. 528 kcal/kg. [Bei] linearem Anstieg der Verluste zwischen Leerlauf [und] Vollast ($c = 0$) ist nach Gl. (8)

$$W_{Ac} = 12\,000 \cdot 528 + (36\,000 - 12\,000) \cdot 528\,\mu_3$$
$$= 6{,}33 \cdot 10^6 + 12{,}66 \cdot 10^6\,\mu_3\,;$$

da $W_{Mv_3} = 738 \cdot 10^6$, so folgt aus Gl. (9) und (11) [der] spezifische Verlust durch Undichtheiten

$$w_{Ac} = \frac{0{,}0086}{\mu_3} + 0{,}0172 \;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

Mit den Werten von Gl. (31), (33) und (34) er[gibt] Gl. (30) als Wirtschaftsgleichung für die Übertrag[ung] der Wärmeeinheit:

$$w_3 = 1 + \left[\frac{0{,}010}{\mu_3} + 0{,}023\right] \;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

und als Vollastwirkungsgrad

$$\eta_{v_3} = \frac{100}{1 + (0{,}01 + 0{,}023)} = 96{,}7 \text{ vH}.$$

Aus Gl. (20) folgt

$$\mu_3 = \frac{(1 + b_2)\,\mu_2 + a_2}{(1 + b_2) + a_2}$$
$$= 0{,}967\,\mu_2 + 0{,}033 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

da nach Gl. (28) $b_2 = 2{,}075$ und $a_2 = 0{,}105$ ist.

Die Werte für μ_2 aus Gl. (29) eingesetzt, erg[ibt] bei Betrieb von

einer Maschinengruppe	$\mu_3 = 0{,}9428\,\mu_1 + 0{,}0572$
zwei Maschinengruppen	$\mu_3 = 0{,}9463\,\mu_1 + 0{,}0537$
drei Maschinengruppen	$\mu_3 = 0{,}9472\,\mu_1 + 0{,}0528$

Kesselanlage

[...]s Mangel an einer geeigneten Wägevorrichtung [K]ohlenstaub konnten bisher noch keine einwand[fre]ie Versuche über den Wirkungsgrad der Kessel [du]rchgeführt werden. Man erwartet, daß die Kessel be[triebs]mäßig, also einschließlich der Verluste durch An[heizen], Verschmutzung der Heizflächen usw., ohne [Schwi]erigkeit folgende Wirkungsgrade erreichen:

	mit Ekonomiser vH	ohne Ekonomiser vH
[b]ei 70 t/h	rd. 88	rd. 83
„ 80 t/h	„ 85	„ 80

[Die L]eerverlustzahl (a) beträgt einschließlich der Anheiz[verlus]te etwa 4 vH der Nutzleistung. Der Verlust steigt [et]wa 70 t/h praktisch linear an. Der Einfachheit halber [nehme]n wir eine lineare Verlustkurve für den gesamten [B]ereich an, indem wir als Vollastwirkungsgrad das [Mittel] beider Werte, also 86,5 vH mit Ekonomiser und [81,5 vH] ohne Ekonomiser rechnen. Dann ergibt sich fol[gende] Wirtschaftsgleichung der Kesselanlage:

	mit Ekonomiser	ohne Ekonomiser
[Leerv]erlust a_4 . . .	0,040	0,040
[Lastv]erlust b_4 . . .	0,115	0,186
[Wirtsc]haftsgleichung [(]38)	$w_4' = 1 + \left[\frac{0{,}040}{\mu_4} + 0{,}115\right]$	$w_4'' = 1 + \left[\frac{0{,}040}{\mu_4} + 0{,}186\right]$
[Volla]stwirkungsgrad	$\eta'_{v_4} = 0{,}865$	$\eta''_{v_4} = 0{,}815$

[B]isher sind von den 16 Kesseln nur zwei mit Ekono[miser]n versehen; die Gründe hierfür sind weiter oben [darge]legt. Da von vornherein mit dem Einbau weiterer [Eko]nomiser gerechnet ist, sei für die folgenden Rechnun[gen a]ngenommen, daß jeweils zur Hälfte Kessel mit und [ohne] Ekonomiser betrieben werden, und daß unter mitt[lere]n Verhältnissen folgende Wirtschaftsgleichung gilt:

$$w_4 = 1 + \left[\frac{0{,}040}{\mu_4} + 0{,}151\right] \quad \ldots \ldots \quad (39);$$

[Der V]ollastwirkungsgrad ist dann

$$\eta_{v_4} = \frac{100}{1 + (0{,}04 + 0{,}151)} = 84{,}0 \text{ vH}.$$

[A]us Gl. (20) folgt:

$$\mu_4 = \frac{(1 + b_3)\,\mu_3 + a_3}{(1 + b_3) + a_3} = 0{,}9903\,\mu_3 + 0{,}0097 \quad \ldots \ldots \quad (40),$$

[da na]ch Gl. (35) $b_3 = 0{,}023$ und $a_3 = 0{,}010$ ist.

[D]ie Werte für μ_3 aus Gl. (37) eingesetzt, ergeben: bei [Betri]eb von

$$\left.\begin{array}{ll} \text{[ei]ner Maschinengruppe} & \mu_4 = 0{,}9337\,\mu_1 + 0{,}0663 \\ \text{[zw]ei Maschinengruppen} & \mu_4 = 0{,}9372\,\mu_1 + 0{,}0628 \\ \text{[dr]ei} \quad \text{„} & \mu_4 = 0{,}9380\,\mu_1 + 0{,}0620 \end{array}\right\} \quad . \ (41).$$

[D]er Arbeitsbedarf der mit Gleichstrom angetriebenen [Zu]gebläse und Staubschnecken ist als Eigenver[brau]ch (Zahlentafel 1) berücksichtigt. Der erforder[liche] Gleichstrom wird durch Umformer erzeugt; von [dem] in Zahlentafel 1 angegebenen Verbrauch der Gleich[strom]-Umformer entfallen etwa 75 vH auf den Bedarf [der K]esselanlage.

Kohlenaufbereitung

[W]ärmewirtschaftlich sind die durch Lagerung be[dingt]e Minderung des Heizwertes der Kohle und die zur [Förd]erung und Umwandlung der Kohle in Staub er[forde]rliche Arbeit als Verluste zu werten. Die Heiz[wertv]erluste durch Lagerung kann man rechnerisch [nicht] erfassen; sie seien auf rd. 1 vH geschätzt.

[D]er Aufwand für die Förderung von Rohkohlen und [Staub] sowie für den Antrieb der Mühlen, Trockner usw. [ist a]ls Eigenverbrauch in Zahlentafel 1 eingeschlossen; [er be]trägt, wenn zwei Maschinengruppen vollbelastet sind, rd. 1000 kW für jede Gruppe. Die Rohkohle wird durch Abdampf getrocknet. Der thermische Wirkungsgrad dieses Vorganges einschließlich der Verluste in den Zuleitungen beträgt etwa 50 vH beim Trocknen der Kohle von 10 auf 3 vH Wassergehalt, oder rd. 40 vH insgesamt, wenn ein mittlerer Kesselwirkungsgrad von 80 vH zugrunde gelegt wird.

Dank den Staubbunkern ist es möglich, die Mahlanlage unabhängig von der Kraftwerkbelastung vorwiegend vollbelastet und mit unveränderlichem Wirkungsgrad zu betreiben. Der mittlere Wärmeverbrauch der Trockner erhält damit den Charakter eines „Last-Verlustes" (b_5'). Die Anheizverluste der Trockner und Zuleitungen werden bei der größten Benutzungsdauer von 20 h täglich auf etwa 5 vH des mittleren Wärmeverbrauchs b_5' veranschlagt. Dieser im wesentlichen als Leerverlust anzusprechende Verbrauch beträgt daher annähernd $a_5' = 0{,}05\, b_5'$.

Bei Berücksichtigung des Gesamtwirkungsgrades von 40 vH lautet demnach die Gleichung der spezifischen Verluste der reinen Verdampfung, entsprechend Gl. (11),

$$w'_{A_5} = \frac{0{,}05}{\mu_5}\left(\frac{1}{0{,}4} - 1\right) + \left(\frac{1}{0{,}4} - 1\right) = \frac{0{,}075}{\mu_5} + 1{,}5 \quad \ldots \ldots \quad (42).$$

Das Erzeugnis der Kohlenaufbereitung, der Kohlenstaub, hat einen Heizwert

$$W_{M_5} = \frac{H + 624\,(h_0 - h_1)}{1 - (h_0 - h_1)} \quad \ldots \ldots \quad (43);$$

H = Heizwert der Kohle vor der Trocknung,
h_0 und h_1 = Wassergehalt der Kohle vor und nach der Trocknung in kg für 1 kg Rohkohle.

Bezogen auf 1 kg Staubkohle beträgt die durch Trocknung erzielte Heizwertzunahme

$$\frac{624\,(h_0 - h_1)}{1 - (h_0 - h_1)} \text{ kcal/kg} \quad \ldots \ldots \quad (44);$$

hiernach sind nach Gl. (42) aufzuwenden:

$$W_{A_5} = \frac{624\,(h_0 - h_1)}{1 - (h_0 - h_1)}\left(\frac{0{,}075}{\mu_5} + 1{,}5\right) \quad \ldots \quad (45).$$

Aus Gl. (9), (43) und (45) ergibt sich als Wirtschaftsgleichung der Kohlentrocknung einschließlich 1 vH Verlust durch Lagerung:

$$w_5 = 1 + \left[\frac{624\,(h_0 - h_1)}{H + 624\,(h_0 - h_1)}\left(\frac{0{,}075}{\mu_5} + 1{,}5\right) + 0{,}01\right] \quad . \ (46).$$

Diese Gleichung darf für Kohle von 7 bis 15 vH Wassergehalt bei Trocknung um 5 bis 10 vH als hinreichend zuverlässig angesehen werden.

Für mittlere Verhältnisse des Großkraftwerkes Klingenberg wird angenommen: H = 6300 kcal/kg, $h_0 = 0{,}10$, $h_1 = 0{,}03$.

Demnach:

$$w_5 = 1 + \left[\frac{0{,}5 \cdot 10^{-3}}{\mu_5} + 20{,}3 \cdot 10^{-3}\right] \quad \ldots \ldots \quad (47)$$

und

$$\eta_{v_5} = \frac{100}{1 + (0{,}5 \cdot 10^{-3} + 20{,}3 \cdot 10^{3})} = 98 \text{ vH}.$$

Aus Gl. (20) folgt

$$\mu_5 = \frac{(1 + b_4)\,\mu_4 + a_4}{(1 + b_4) + a_4} = 0{,}966\,\mu_4 + 0{,}034 \quad \ldots \ldots \quad (48).$$

da nach Gl. (39) $b_4 = 0{,}151$ und $a_4 = 0{,}04$.

Die Werte für μ_4 aus Gl. (41) eingesetzt, ergeben: bei Betrieb von

$$\left.\begin{array}{ll} \text{einer Maschinengruppe} & \mu_5 = 0{,}9020\,\mu_1 + 0{,}0980 \\ \text{zwei Maschinengruppen} & \mu_5 = 0{,}9054\,\mu_1 + 0{,}0946 \\ \text{drei} \quad \text{„} & \mu_5 = 0{,}9060\,\mu_1 + 0{,}0940 \end{array}\right\} \quad . \ (49).$$

Gesamtwirtschaftlichkeit des Kohlenverbrauchs

In der Zahlentafel 5 sind die gefundenen Werte zur Bestimmung der Gesamtwirtschaftlichkeit nach Gl. (13) und (14) für den Fall zusammengestellt, daß zwei Maschinengruppen betrieben werden.

Zahlentafel 5
Zusammenstellung der Ergebnisse für den Betrieb mit zwei Maschinengruppen

Gegenstand		Eigen-verbrauch	Maschinen	Leitungen	Kessel	Kohlenauf-bereitung	Gesam[...]
Festwerte	a	0,0222	0,1050	0,0100	0,0400	0,0005	—
	b	0,0175	2,0650	0,0230	0,1510	0,0203	—
Nutzungsgrad	μ	μ_1	$0{,}9786\,\mu_1 + 0{,}0214$	$0{,}9463\,\mu_1 + 0{,}0537$	$0{,}9372\,\mu_1 + 0{,}0628$	$0{,}9054\,\mu_1 + 0{,}0946$	μ_1
Vollastwerte	aus Gl. (14) w_v	1,0397	3,1700	1,0330	1,1910	1,0208	4,1[...]
	η_v	0,962	0,315	0,967	0,840	0,980	0,2[...]
Leerlaufwerte	μ_0	0	0,0214	0,0537	0,0628	0,0946	0
	aus Gl. (14) w_0	0,0222	7,9730	1,2093	1,7880	1,0256	0,39[...]
	$\frac{w_0}{w_v}$	—	—	—	—	—	9,47[...]

Das Gesamtwerk ergibt bei Vollast mit zwei Maschinengruppen als Wirkungsgrad $\eta_{\Sigma_v} = 24{,}12$ vH, als Wärmeverbrauch: $W_v = 3564$ kcal/kWh und als Kohlenverbrauch: $K_v = \frac{1}{H}\,3564$ kg/kWh.

Die nach Gl. (14) für verschiedene Belastungen berechneten Augenblickwerte w_{Σ_t} liegen annähernd auf der Geraden:

$$w_{\Sigma_t} = w_{\Sigma_0} + (w_{\Sigma_v} - w_{\Sigma_0})\,\mu_1$$
$$= 0{,}392 + 3{,}753\,\mu_1 \quad \ldots \ldots \quad (50),$$

daraus erhält man die wärmewirtschaftlichen Näherungsgleichungen des vollständigen Kraftwerkes

$$w_\Sigma = 1 + \left[\frac{0{,}392}{\mu_1} + 2{,}753\right] \quad \ldots \ldots \quad (51),$$

$$\eta_\Sigma = \frac{1}{1 + \left[\frac{0{,}392}{\mu_1} + 2{,}753\right]} \quad \ldots \ldots \quad (52);$$

Gl. (51) ergibt höhere Werte als die genaue Rechnung. Unter den Verhältnissen des Großkraftwerkes Klingenberg beträgt die größte Abweichung weniger als 0,5 vH.

Wählt man als Maßstab den Wärmewert von 1 kWh, so erhält man als mittleren Wärmeverbrauch für 1 kWh:

$$w_{\Sigma\,\mathrm{kWh}} = 860 + \left[\frac{337}{\mu_1} + 2367\right] \text{ kcal/kWh} \quad . . \quad (53).$$

In Abb. 1 und Zahlentafel 6 sind die aus Gl. (52) und (53) berechneten Werte des spezifischen Wärmeverbrauchs sowie des absoluten und des auf den Vollastwirkungsgrad bezogenen Wirkungsgrades in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad μ_1 des Kraftwerkes zusammengestellt.

Zahlentafel 6
Wärmewirtschaft des Kraftwerkes bei Betrieb von zwei Maschinengruppen

Nutzungs-grad μ_1	Wärme-verbrauch w_Σ kcal/kWh	Absoluter Wirkungsgrad η_Σ vH	Relativer Wirkungsgrad $\eta_r = \frac{\eta_\Sigma}{\eta_{\Sigma_v}}$ vH
0	∞	0	
0,1	6604	13,01	54,00
0,2	4914	17,50	72,60
0,3	4351	19,74	81,92
0,4	4069	21,13	87,60
0,5	3900	22,03	91,40
0,6	3787	22,70	94,09
0,7	3707	23,20	96,20
0,8	3647	23,58	97,80
0,9	3600	23,90	99,10
1,0	3564	24,12	100,00

Die vorstehenden Verbrauchswerte werden annähernd bereits heute erreicht, obwohl bisher nur zwei von den 16 Kesseln mit Ekonomisern ausgestattet sind und das Werk erst kurze Zeit in Betrieb ist. Erfahrungsgemäß braucht man etwa 1 bis 2 Jahre, um das Beste aus einer solchen Anlage herauszuwirtschaften. Die V[...] in Zahlentafel 6 werden daher voraussichtlich mit[...] Zeit noch unterboten werden.

Bemerkenswert ist der geringe Leerverbrauch[...] Kraftwerkes von rd. 10 vH. Infolgedessen verläuft[...] Wirkungsgrad η_r besonders flach. Mit 30 vH Nutz[...] grad erreicht man noch 82 vH vom Wirkungsgrad[...] Vollast. Große Elektrizitätsbetriebe für gemis[...] Verbrauch arbeiten in der Regel mit etwa 50 vH T[...] und 25 vH Jahres-Lastgrad. Die übliche Ansicht, [...] große Maschineneinheiten in erster Linie für Grun[...] werke in Frage kämen, verliert damit die Gülti[...] Wirtschaftlich steht der ausschließlichen Verwendung[...] Maschinen in der Größenordnung 100 000 kW bei [...] destens zweifacher Werkspitze nichts im Wege. [...] Ergebnisse verdienen besondere Beachtung bei Pläne[...] die Spitzendeckung; mancher der zu diesem Zweck[...] machten Vorschläge dürfte sich im Lichte genauer [...] schaftsrechnung als unvorteilhaft erweisen, selbst [...] man die betriebstechnischen Nachteile der zumeist[...] ständlichen und wenig ausgenutzten Einrichtungen a[...] Betracht läßt.

Um eine drei- bis vierstündige Winterspitze zu de[...] braucht man in der Regel 20 bis 40 vH der Spitzenleis[...] Da die Größe der Maschinen in erster Linie durch[...] Spitzenlast bedingt ist, führt der Einbau besonderer[...] lagen zur Spitzendeckung unter sonst gleichen Ve[...] nissen zu einer entsprechenden Einschränkung der[...] schinengrößen, mit deren finanziellen und betriebs[...] schaftlichen Nachteilen daher jene zu belasten sind. [...] diesen Gesichtspunkt hat man, soweit mir bekannt[...] bisher bei den Erörterungen über das Problem nich[...] achtet.

Abb. 1
Wärmeverbrauch und relativer Wirkungsgrad des Kraftwerkes in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad
Vollastwirkungsgrad $\eta_{\Sigma_v} = 24{,}12$ vH

Anlagekosten des Kraftwerkes

ür die Beurteilung eines Kraftwerkes fällt die nfrage neben seiner Wärmewirtschaftlichkeit und weckmäßigkeit seiner Einrichtung entscheidend ins cht. Maßgebend sind die spezifischen Anlagekosten, die Kosten für 1 kW der eingebauten Leistung.

$$k = \frac{\text{Gesamtkosten des Kraftwerkes}}{\text{Gesamtleistung des Kraftwerkes}}$$

iese scheinbar einfache und eindeutige Formel führt zu sehr verschiedenen Werten, wenn die Grund- ffe: Kosten und Leistung des Kraftwerkes nicht g umschrieben werden.

ie Kosten umfassen alle Teile der Anlage und en, die zur Energieabgabe mit der von den Maschinen igten Spannung an das Netz nötig und ausgeführt Umspann- und Schaltanlagen für die Stromvertei- außerhalb des Kraftwerkes hängen von der Eigen- ler Netzverhältnisse ab; sie können bei der Beurtei- und beim Vergleich der spezifischen Kosten eines twerks irreführen und sind als Bestandteile des s zu buchen. Sind für die Hauptmaschinen Sammel- nen vorhanden, so endet das Kraftwerk mit dem lter an den Sammelschienen, andernfalls an den Nie- pannungsklemmen der Transformatoren. Selbstver- ilich gehören alle Schalteinrichtungen und Transfor- ren für den Eigenbetrieb sowie sämtliche für den twerkbetrieb erforderlichen Teile der Betätigung Kraftwerk.

Größere Aufwendungen für Teile, die ausschließ- h für spätere Erweiterungen dienen, dürften aus- hließen und unter allgemeinen Unkosten zu buchen ; hierunter gehören jedoch nicht Teile, wie z. B. äle, die von vornherein mit Rücksicht auf etwaige eiterungen reichlich bemessen sind und beim Betrieb rsten Ausbau benutzt werden.

Unzulässig scheint es, Mehrkosten für Teile ab- tzen, die durch Besonderheiten der Lage bedingt den, z. B. Rückkühlanlagen, übermäßig große Kohlen- r und Förderanlagen, architektonische und andere ksichten auf die Umgebung. Die Wahl eines günstigen s für die Energieerzeugung stellt einen wesentlichen der Bauaufgabe dar.

Einzuschließen sind alle Kosten für Versuche, Bau- ung, Gutachten, Beratung usw. sowie die Bauzinsen. Einheitlichkeit halber schlage ich vor, Bauzinsen ler Weise zu berechnen, daß man das gesamte Bau- ital während 45 vH der Bauzeit voll verzinst, was an- ähert der Wirklichkeit entspricht. Als Zinssatz wer- 6 vH jährlich gerechnet.

Der Übersichtlichkeit wegen sind weiter unten die ten der 30 kV-Schaltanlage und der Erweiterungen angegeben.

In der Regel bezeichnet man als Gesamt- stung des Kraftwerkes die Volleistung der bodynamos. Dies führt insbesondere bei Verglei- n mit Anlagen im Ausland zu Irrtümern, da sich je h Bewertung der Maschinenleistung Unterschiede von a 20 vH ergeben können. Das Kraftwerk soll bis Nennleistung voll ausnutzbar sein, demnach ist fordern, daß die Maschinen mit dieser Leistung dau- d und wirtschaftlich zu betreiben und dabei hin- hend regelbar sind. Diese Bedingung scheint nicht üllt, wenn man die Höchstleistung der Turbine zu- ndelegt, wie es vielfach geschieht. Anderseits wäre unzweckmäßig, die Nennleistung nach dem günstigsten rkungsgrad zu bestimmen, weil der obere Teil der rkungsgradlinie meist sehr flach verläuft und daher Scheitelpunktwert unbestimmt ist. Wir schlagen vor, der Höchstleistung der Turbine, gemessen an den mmen, auszugehen, jedoch nur 90 vH dieses Wertes Nennleistung zu rechnen. Wird der Stromerzeuger md erregt, so ist die hierzu erforderliche Energie der Klemmenleistung abzuziehen. Für Kessel ist on eine ähnliche Wertung der Leistungen ge- uchlich.

Zahlentafel 7. Gesamtleistung des Kraftwerkes

Anzahl	Teil der Anlage	Gewährleistete Dauerleistung einzeln	Gewährleistete Dauerleistung insgesamt
3	Hauptturbinen (Klemmenleistung einschließlich Erregung) . . kW	80 000	240 000
3	Vorwärmeturbinen (Klemmenleistung einschl. Erregung) . kW	10 000	30 000
	Maschinenleistung insgesamt . kW		270 000
16	Kessel Dampfleistung . . . . t/h	80	1 280
	elektrische Leistung (A_D = 4,45 kg/kWh) kW	18 000	288 000
	Eigenverbrauch (s. Zahlentafel 1) elektrisch insgesamt . . . . kW		9 650
2	Dampf-Speisepumpen . . . . kW	750	1 500
6	Dampf-Kondensatpumpen . . kW	440	2 640
	Reiner Eigenverbrauch . . . kW		5 510

Zahlentafel 8. Gesamtkosten des Kraftwerkes

Teil der Anlage	Bauten Mill. ℳ	Einrichtung Mill. ℳ	Gesamtkosten Mill. ℳ
Hauptmaschinenanlage mit Kühlwasserversorgung . .	5,540	11,135	16,675
Vorwärmanlage mit Wasseraufbereitung	2,000	3,590	5,590
Kesselanlage mit Entaschung	6,090	17,640	23,730
Kohlenaufbereitung mit Staubförderung	2,560	1,700	4,260
Kohlenförderanlage mit Stichkanal und Kohlenlagerplatz	2,830	—	2,830
Schaltanlage mit Warte (Anteil), Eigenverbrauchanlagen, Kabel, Beleuchtung, Fernmeldeeinrichtung	0,535	2,765	3,300
Hochhaus	1,430	0,100	1,530
Werkstatt, Lager, Oelaufbereitung, Grundstückregulierung, Wasserhaltung, Baubeleuchtung	1,530	0,270	1,800
Verschiedenes: Grunderwerb, Straßenregulierung usw. . .	1,570	—	1,570
Bauzinsen			
Bauzeit: 1. Drittel = 16 Monate			
2. Drittel = 21 Monate			
3. Drittel = 24 Monate			
Mittel = 20,3 Monate			
6 vH auf 0,45 · 20,3 Monate	1,320	2,040	3,360
Insgesamt	25,405	39,240	64,645

Zahlentafel 9. Gesamtkosten der 30 kV-Schaltanlage mit Transformatoren

Teil der Anlage	Bauten Mill. ℳ	Einrichtung Mill. ℳ	Gesamtkosten Mill. ℳ
30 kV-Schaltanlage mit Transformatoren und Straßenüberführungen.	1,560	4,525	6,085
6 kV-Schaltanlage (Anteil) . .	0,190	0,370	0,560
Warte (Anteil)	0,065	0,155	0,220
Kabel, Beleuchtung, Oelversorgung, Grundstückregulierung, Wasserhaltung, Baubeleuchtung	0,180	1,415	1,595
Verschiedenes, Grunderwerb, Straßenregulierung	0,570	—	0,570
Bauzinsen			
Bauzeit: 1. Drittel 12 Monate			
2. Drittel 14 Monate			
3. Drittel 22 Monate			
Mittel 16 Monate			
6 vH auf 0,45 · 16 Monate	0,110	0,280	0,390
Insgesamt	2,675	6,745	9,420

Ergeben, wie es meist der Fall zu sein pflegt, Maschinen und Kessel verschiedene Leistungen, so ist jeweils der kleinere von beiden Werten maßgebend, da das Kraftwerk nur bis zu dieser Leistung ausgenutzt werden kann. Die Wertzahl A_D für den Vergleich der Dampfleistung der Kessel (kg/h) mit der Klemmenleistung (kW/h) der Stromerzeuger berechnet sich für das Klingenbergwerk wie folgt: 1 kWh Arbeit des Stromerzeugers erfordert nach Zahlentafel 5 bei Vollast

$$860 \cdot 3{,}170 \cdot 1{,}033\,(1{,}021 - 0{,}010) = 2850 \text{ kcal.}$$

Die spezifische Kesselleistung beträgt rd. 640 kcal für 1 kg Dampf, demnach

$$A_D = \frac{2850}{640} = 4{,}45 \text{ kg/kWh.}$$

Der Eigenverbrauch ist abzuziehen, soweit er elektrisch betrieben wird und keine Dampfreserven zur Verfügung stehen. Unterschiede im Leistungsfaktor der Stromerzeuger dürften zu vernachlässigen sein; die an sich geringen Kostenunterschiede betreffen ausschließlich den Stromerzeuger des Maschinensatzes, der wiederum nur einen Bruchteil vom Preis der gesamten Anlage kostet.

Die unter diesen Voraussetzungen ermittelten Werte der Leistung und Kosten des Kraftwerkes sind in Zahlentafeln 7 bis 9 zusammengestellt.

Ausschlaggebend ist die Maschinenleistung abzüglich des reinen Eigenverbrauchs. Demnach beträgt die nutzbare Gesamtleistung des Kraftwerkes rd. 264 500 kW.

In Zahlentafel 8 sind an Kosten für den zweiten Ausbau abgesetzt:

unter Hauptmaschinenanlage	0,60 Mill. ℳ
„ Kohlenaufbereitung .	0,20 „ „
„ Werkstatt usw. . . .	0,10 „ „
zusammen	0,90 Mill. ℳ

Die spezifischen Anlagekosten des Kraftwerkes betr
nach Zahlentafel 7 bis 9

$$k = \frac{64\,645\,000}{264\,500} = 244 \text{ ℳ/kW.}$$

Klingenberg rechnet für Kraftwerke ohne
wärmung mit Kettenrostfeuerung und 20 000 kW-Ma
nen mit einem Nettopreis (Vorkriegswährung)
150 ℳ/kW. In der Währung des Jahres 1926 un
gleicher Verrechnungsweise wie für das Klingenberg-
würde das etwa 260 ℳ/kW entsprechen. Ein Teil de
der Vergrößerung der Maschinen und Kessel erzielten
sparnisse ist durch die Mehrkosten der technischen
rungen zur Verbesserung der Wärmewirtschaft und
Mechanisierung des Betriebes ausgeglichen.

Dem Vollast-Wärmeverbrauch des Kraftwerkes
20 000 kW-Maschinen von 5174 kcal/kWh (nach Kli
berg) stehen beim Großkraftwerk Klingenberg
kcal/kWh gegenüber; der Leerverbrauch beträgt statt
nur 337 kcal/kWh. An Kohle werden erspart:

31,2 vH beim Nutzungsgrad $\mu_1 = 1$
33,3 „ „ „ „ = 0,75
36,7 „ „ „ „ = 0,5
43,7 „ „ „ „ = 0.25

Hierzu kommen weitere Ersparnisse an Betr
kosten wegen der Möglichkeit, billigere Kohlensorten
bei Rostfeuerung zu verwenden, und durch die Vermi
rung der Belegschaft infolge der großen Maschinen
der ausgedehnten Mechanisierung des Betriebes. Üb
Lastverhältnisse vorausgesetzt, dürften die Gesamters
nisse an Betriebskosten in der Nähe von 50 vH liegen

Dieses wirtschaftliche Ergebnis entspricht den
wartungen. Der damit erzielte Fortschritt der Tec
bedeutet einen Stützpunkt für den Ingenieur, der ihm
Recht gibt und gleichzeitig die Pflicht auferlegt, sic
neue Gebiete des Kraftwerkbaues vorzuwagen. [B 68

Verzeichnis der Bau- und Lieferfirmen

(Sitz der Firma ist Berlin, sofern nichts andres angegeben.)

Tiefbauten

unter Führung von Wayss & Freitag, A.-G.,
Gottlieb Tesch, Erdarbeiten,
Daedlow & Pollems, Wasserspiegelsenkung,
Industriebau, A.-G., Kanäle und Gründungen,
Hoch- und Tiefbau, A.-G., Ausgußkanal.

Eisenkonstruktionen

unter Führung der Mitteldeutschen Stahlwerke, A.-G., Lauchhammer
G. E. Dellschau,
Hein, Lehmann & Co.,
A. Druckemüller, G. m. b. H.,
Steffens & Nölle,
D. Hirsch,
Vorm. Ravenéscher Eisenhandel und Eisenbau,
H. Gossen,
Breest & Co.,
Thyssen & Co.,
Brass & Hertslet.

Hochbau, Gebäudeausbau und Werkeinrichtung

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft		Beleuchtung und Werkeinricht.
Richard Abeldt		Schlosserarbeiten
H. Achcenich		desgl.
Alex & Sohn		Maler- und Anstreicherarbeit.
Bachmann & Söhne		Stuckarbeiten
Passavantwerke	Michelbach. Hütte	Absperrschieber für Kühlwasserkanäle
A. L. Benecke		Schlosserarbeiten
Berliner Asphalt-Gesellsch. Kopp & Co.		Fußböden, Asphaltierungen
Birkle & Thomer		Malerarbeiten
R. Blume		Schlosserarbe
Gustav Boldt		Malerarbeiten
A. Borchmann		Kunststeintre
Boswau & Knauer		desgl.
Buderus'sche Eisenwerke	Staffel a. d. Lahn	Schachtabdeck gen
Christoph & Unmack	Niesky O.-S.	Barackenbaut
I. Degenhardt		Schlosserarbe
Deutsche Metalltürenwerke	Brakwede i. W.	Türen und T
Richard Dietze		Be- und Ent serung
Robert Döffert		Verblendarbei
Willy Donner		Schlosserarbe
Duroplattenwerke		Duroplattenw
Louis Eilers	Hannover	Eisenkonstru Werkstatt- Lagergeb., bindungsbrü
Eisenbau Essen, G. m. b. H.	Essen	Türen und T
Gebr. Friesecke		Kunststeinarb
Oskar Gabbert		Kunstschmied
Geister & Sohn		Klempnerarbe
Ges. für Isolierungen geg. Erschütterungen u. Geräusche		Isolierungen Mühlenfund mente
Glaser & Pflaum		Drehscheibe
Grändorf & Zechendorf		Schlosserarbe
Hebron & Kühn		Schlosserarbei
Paul Heinrichs		desgl.

Franke, A.-G.		Hochbauarbeiten
rmann & Co.		Fernsprechzellen
Herzog		Linoleumarbeiten
Holzmann & Steinmetzabt.		Granit- und Marmorplatten
ie-, Berg-s- und Bahn-fs-G. m. b. H.		Kabelgerüste
serich A.-G.		Asphaltarbeiten
ucho	Dortmund	Eisenkonstrukt.
annapin		hölzerne Türen und Fenster
it & Sohn	Hamburg-Wandsbeck	eiserne Türen und Tore
erwerke A.-G.		Gleitschutzschienen
öckert	Dessau	Eisenkonstrukt.
Paul Krüger		Schlosserarbeiten
n & Co.		desgl.
h Kunitz		Klempnerarbeiten
Lange		eiserne Fenster
egel		desgl.
Lehmann		Tischlerarbeiten
nn & Feyer-d		Schlosserarbeiten und Roste
erm & Gebr. wig		Drahteinfriedigung
ladzeyka		Glaserarbeiten
. Malchow, G. H.		Dacheindeckung.
Müller		Schlosserarbeiten
und Tiefbau-llschaft Mast		Pfahlfundierung
l Mittag	Spremberg	Kasinobaracke
Genest		Telephonanlage
üller		eiserne Geländer
r Metallge-		Abdeckroste
e Jos. Müller		
zenhagen		Malerarbeiten
ippbar		Gardinen u. Vorh.
& Wagner,		Kunstverglasung.
ried Heiners-		
eyer & Eicke		Linoleumarbeiten
n & Voigt		Ilseverblendklinker
bel		Schlosserarb. und eiserne Fenster
Raskopp		Malerarbeiten
einicke & Co.		Eisenbetontreppen
my Nachfl.	Neuwied a. Rh.	Bimsbetondecken
h		Schlosserarbeiten
Rösicke		Tischlerarbeiten
okotnitz		Fliesenarbeiten
enfeld & Co.		desgl.
monis		Glaserarbeiten
pinn & Co.		desgl.
Scheibe		Schlosserarbeiten
zbasalt A.-G.	Linz a. Rh.	Schmelzbasaltplatten
chrader		Linoleumarbeiten
hultz		Rostabdeckungen
& Holdefleiss		Kunstschmiedearb.
z & Fröhlich		Tischlerarbeiten und Möbel
lzwerke G. H.		Steinholzabdeckplatten
Co. G.m.b.H.		Metallbuchstaben
hom		Klempnerarbeiten
Timm		Schlosserarbeiten
y & Bech		Fliesenarbeiten
Volkmann		Schlosserarbeiten
Vegner		Zement
ndt		Gummiläufer
Wirtschafts-nigung Ber-Glasermeister		Glaserarbeiten

Otto Wilhelmi G. m. b. H.		Schlosserarbeiten
W. Wohlfahrt		Klempnerarbeiten
Wolffertz & Wittmer		sanitäre Anlagen
Walter Ziegler A.-G.		Hochbauarbeiten
Hans Zomak		Dachdecken
Emil Zorn		Korkisolierungen

Maschinenanlagen

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft		Turbodynamos, Tranform., Umformer, Motoren, Fernsteuerung., Pumpen, Kompressoren
Atlas-Werke A.-G.	Bremen	Verdampfer
Balcke, Maschinenbau A.-G.	Bochum und Frankenthal	Mischvorwärmer, Pumpen, Kompressor
Bamag-Meguin		Siebrechen
Beth, Maschinenfabrik A.-G.	Lübeck	Entstaubung
Buckau, Maschinenfabrik A.-G.	Magdeburg	Kohlentrockner
Geigersche Fabrik	Karlsruhe	Siebrechen
v. Grueber, Curt		Kohlenmühlen
G. Hagen A.-G.		Batterien
Klein, Schanzlin & Becker, A.-G.	Frankenthal	Kesselspeisepumpen
Maffei - Schwartzkopff-Werke, A.-G.		desgl.
Maschinenfabrik F. Mattik	Dresden	Dampfkühler
Permutit A.-G.		Kiesfilter- und Permutit - Anlage
Siemens - Schuckert-Werke, A.-G.		Elektrofilter
Gebr. Sulzer A.-G.	Ludwigshafen	Pumpen
Weise Söhne	Halle a. d. S.	desgl.
Fried. Zimmer		Antriebe

Krane, Aufzüge, Fördereinrichtungen

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft		Elektrische Ausrüstungen
Albatroswerke, A.-G.		Laufkatzen
Ardeltwerke	Eberswalde	Aufzug
Bamag-Meguin		Aufzüge, 40t-Kran
E. Becker		Krane
Gebr. Bolzani		Laufkatzen
Demag A.-G.	Duisburg	Förderbrücken
Carl Flohr A.-G.		Aufzüge, 40t-Krane
Gottschalk & Michaelis		Aufzüge
Otiswerke G. m. b. H.		Aufzug
F. Pichatzek		Handlaufkran
C. Tobler		Transformatoren-Förderwagen
Unruh & Liebig	Leipzig-Plagwitz	Aufzug
Paul Weyermann		Krane
Otto Wilhelmi G. m. b. H.		Laufkatzen

Kessel und Zubehör

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft		Feuerungen, Motoren u. Betätigungstafeln
A. Borsig G. m. b. H.		Kessel
Brocke & Schreckhaas		Einmauerung
Danneberg & Quandt		Ventilatoren
Fr. Denninger, Metallwarenfabrik		Ummantelung der Füchse
Deutsche Babcockwerke	Oberhausen	Kessel
Dürrwerke A.-G.	Ratingen/Ost	Kessel
Th. Fröhlich		Saugzüge

Gako, Ges. f. Gas- u. Kohlenstaubfeur.	Essen	Gaszündbrenner
Gesellschaft für Ventilatorzug		Saugzüge
H. Gossen		Rauchgasfüchse
Grobema		Spannvorrichtg.
Emil Hannemann		Wasserstand- und Druckregler
Hannoversche Maschinenbau A.-G.	Hannover-Linden	Kessel
H. R. Heinicke		Einmauerung
Hochtief A.-G. vorm. Gebr. Helfmann		desgl
Kohlenscheidungs-Gesellschaft		Feuerung
Kosmos G. m. b. H., Rud. Pawlikowski	Görlitz	Entaschung
Fried. Krupp A.-G.	Essen	Kesseltrommeln
Linke - Hofmann-Werke A.-G.	Breslau	Kessel
R. O. Meyer	Hamburg	Druckstutzen
Preß- und Walzwerk A.-G.	Reisholz b. Düsseldorf	Kesseltrommeln
Karl Roschmann		Einmauerung
Rota, Kessel- u. Maschinenb. G.m.b.H.		Kessel
Rotator G. m. b. H.		Druckstutzen
Anton Rothstein	Leipzig	Entaschung
Karl Selle G. m. b. H.	Erfurt	Einmauerung
Friedr. Siemens A.-G.		desgl.
L. & C. Steinmüller	Gummersbach	Kessel
AugustThyssen-Hütte	Mülheim/Ruhr	Kesseltrommeln
Vereinigte Kesselwerke A.-G.	Düsseldorf, Düren/Rhld.	Kessel

Rohrleitungen, Heizungsanlagen

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft		Druckknopfsteuerungen f. Schieb.
Allgemeine Rohrleitungs-Gesellschaft	Düsseldorf	Rohrleitungen,
Bopp & Reuther	Mannheim	Schieber
A. Borsig G. m. b. H.		Rohrleitungen
Deutsche Prioform-Werke, Bolander & Co.	Köln	Isolierungen
Flach & Callenbach		Rohrleitungen
Ges. für Hochdruckrohrleitungen		desgl.
Thomas Goodson		Be- und Entwässerung
David Grove		Heizanlagen
Herrlein & Schoppe		desgl.
John & Nagel		desgl., Be- u. Entwässerung
P. Krause		Isolierungen
Märkische Isolierfabrik		Isolierunge[n]
Oberschlesische Rohrbau-Ges.		Rohrleitung[en]
Reinhold & Co.		Isolierunge[n]
Schäffer & Budenberg	Magdeburg	Schieber
Schumann & Co.	Leipzig	desgl.
F. Seiffert & Co.		Rohrleitung[en]
Vereinigte Rohrleitungsbau (Phönix-Märkische) G. m. b. H.		desgl.
Westphal & Schreyer		desgl.
Gustav Kussatz		desgl.

Meß- und Anzeigegeräte und Zubehör

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft		Meß- u. An... geräte f. e... Dampf-, ... Messunge... lais, Signa...
Georg Bloch, K.-G.	Dresden	Wasserstan... Fernmeld...
Dr. Martin Böhme		Preßluftmen... messer
Bopp & Reuther G. m. b. H.	Mannheim	Venturimes... Wasserst... anzeiger
Alfred Fischbach		Meßleitunge...
Flach & Callenbach G. m. b. H.		desgl.
Forschungsheim für Wärmeschutz E. V.	München	Wärmefluß...
Hartmann & Braun A.-G.	Frankfurt/M.	Maschinenh... Kesselh.-... anzeiger
H. Maihak A.-G.	Hamburg	Zählwerke
Metrum-Apparatebau A.-G.		Zugmesser, Flüssigke... manomete...
Mix & Genest		Signal- und ... mandogeb...
Neufeld & Kuhnke	Kiel	Fernzeiger
Schäffer & Budenberg	Magdeburg	Manometer
Carl Schenck	Darmstadt	Kohlenstau... gevorrich...
Siemens & Halske A.-G.		Dampf- und Wasserm... Rauchgas...

Vollständige Schaltanlagen mit elektrischen Antr... Fernsteuerungen und Kabeln

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

Kaltwalzwerke mit elektrischem Antrieb und Leonardsteuerung.

Mitteilung der AEG.

Kaltwalzwerke wurden bisher ausschließlich durch ı einer Richtung laufende Motoren, meist Drehstrom-ıotoren, angetrieben. Das Umkehren der Drehrichtung rfolgte dabei mittels Reversierkupplungen. Die Ab-nd Aufhaspel dieser Walzwerke wurden von der Haupt-ntriebswelle über Ketten oder ähnliche Übersetzungs-ıittel unter Einschaltung on Rutschkupplungen an-etrieben. Reversier- und tutschkupplungen sind chwache Glieder solcher .nlagen und geben häufig u Störungen Anlaß. Die ugspannung in den Bän-ern ist ferner unkon-·ollierbar und lediglich em Gefühl des Arbei-ers überlassen. Die Ge-:hwindigkeit ist ein für lle Male festgelegt und ann nicht reguliert oder ar gesteigert werden. ußerdem wirken die utschkupplungen nicht ımer gleichmäßig, son-ern ruckweise. Die AEG it daher eine ganz neue ntriebsart für diese 'alzwerke entwickelt ıd praktisch erprobt, ren Hauptmerkmale folgende sind:

Der Antriebsmotor der Walze ist ein Gleichstrom-mkehrmotor, der von einer besonderen Steuerdynamo Leonardschaltung gespeist wird. Die Drehzahl ist .her fein-ufig regel-ır von 0 bis ı einem Maximum. de Dreh-hl kann genblick-h durch ıen einfa-en Steuer-bel einge-ellt wer-n. Außer-m ist je-rzeit so-rtiges Um-euern so-e Stillset-n möglich. -rallel an r gleichen euerdyna-hängen ei weite-Gleich-om - Um-ehrmoto-ı, die den -bzw.Auf-spel an-iben.Nor-l werden e drei Mo-en gleich-tig ge-uert. Es i aber ch am lzwerk handlich angebrachte Schalter ohne weiteres glich, jeden Motor einzeln oder nur zwei Motoren fen zu lassen. Die Haspelmotoren werden durch sttätige Feld-Regulatoren so beeinflußt, daß sich ihr kerstrom während eines Stiches nicht ändert. Das bedeutet, daß die im Band herrschende Zugkraft konstant bleibt, unabhängig vom zunehmenden Haspeldurch-messer. Dabei wird der Abhaspelmotor so reguliert, daß er als Generator arbeitet und Strom in den Leonard-stromkreis zurückgibt, während der Aufhaspelmotor den gleichen Strom dem Leonardstromkreis entnimmt. Der Haspelvorgang erfolgt also, abgesehen von den unbedeutenden Verlusten der Haspelmotoren, prak-tisch ohne besonderen Energieaufwand. Die Spannung der Steuer-dynamo und damit die Walzgeschwindigkeit blei-ben während des Stiches konstant. Da die Haspel-motoren auf konstanten Strom reguliert werden, so ist damit auch die Haspelmotorleistung wäh-rend des Stiches konstant. Man kann an den Strom-messern der Haspelmoto-ren somit direkt die Zug-spannung ablesen.

Bild 1. Umformer für das Kaltwalzwerk mit Schaltschränken und Reglern für die Haspel.

Als besondere Vor-teile der neuen Antriebs-art ergeben sich somit folgende:

Feinstufige Regulierung der Walzgeschwindigkeit und die Möglichkeit, sofort stillzusetzen.

Vermeidung aller Reversier- und Rutschkupplungen, die bisher häufige Störungen verursachten.

Einstellbarkeit der Zugkraft des Auf- und Abhaspels in weiten Grenzen.

Ablesbarkeit der Bandspannung an den Strommessern der Haspelmotoren.

Selbsttätige Einstellung gleichbleibender Bandspannung trotz veränderlichen Wickeldurchmessers.

Einstellbarkeit stärkerer Bandzüge, da die Regelung der Zugkraft ganz sanft erfolgt und nicht ruckweise.

Bild 2. Kaltwalzwerk von 300 mm Walzendurchmesser für 600 mm breite Messingbänder.

Die Bilder zeigen ein mit Gleichstrom-Leonardmotor angetriebenes Kaltwalzwerk von 350 mm Walzendurch-messer für Messingbänder von 600 mm Breite, sowie den Um-former mit den Schaltschränken und Reglern für die Haspel.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Turbinen für Sonderzwecke.

Mitteilung der AEG.

Das Bestreben, die Wirtschaftlichkeit von industriel-
n Kraftwerken zu verbessern, hat zur Erhöhung der
rischdampfdrücke und Verbesserung der Maschinen-
Virkungsgrade geführt. Weitere Mittel zur Verbesse-
ıng der Energiewirtschaft sind, alle Übertragungs-Ver-
ıste, die durch Transmissionen oder elektrische Um-
rmung entstehen, so weit wie möglich zu verringern,
odurch weitere, oft erhebliche Ersparnisse erzielt wer-
n können.

Die Arbeitsleistung von
ampfturbinen mit ihren
ute hohen Wirkungsgra-
n und großen Leistungen
ıter Ausschaltung mög-
chst aller Zwischenver-
ste zu erhöhen, er-
heint somit erstrebens-
ert. Die Lösung wird
ırch die Anwendung von
ıhnrad-Vorgelegen mit
ohen Wirkungsgraden,
roßer Leistungs-Aufnahme
ıd hohem Übersetzungs-
rhältnis möglich, um An-
ebs- und Arbeitsmaschine
it ihren günstigsten Dreh-
hlen arbeiten lassen zu
nnen.

Eine Anlage, die unter
erwendung eines Zahn-
dvorgeleges mit einem
Übersetzungs-Verhältnis
n 3000 auf 240 U/min
beitet, zeigt in Ansicht
d Anordnung das Bild.

Die Turbine ist eine
veigehäusige Anzapftur-
ne, die nach den neuesten
undsätzen gebaut und
Hochdruckteil als Schei-
nturbine, im Niederdruck-
l als Trommelturbine aus-
bildet ist. Die Turbinen-
stung beträgt 2200 kW.
r Frischdampf hat 34 atü
d 400°. Zur Deckung
s Heizdampf-Bedarfes bei
ta können bis 10 000 kg/h
ımpf der regulierten An-
pfstelle entnommen wer-
n. Die Turbine wird am
ıde des Hochdruckteiles
gezapft; der in der Fa-
ikation nicht gebrauchte
ımpf wird durch Über-
ömrohre zum Nieder-
ıckteil geführt.

Von besonderem In-
resse ist das Zahnrad-Vorgelege. Wie aus dem Bild
rvorgeht, treibt das Ritzel in der Turbinenachse auf
r einen Seite das große Rad für die Holzschleifer
40 U/min), auf der anderen ein kleineres für einen
eichstrom-Generator an, der mit 750 U/min arbeitet.
e Leistungs-Aufnahme des Generators ist hierbei
00 PS, die der Schleifer 1700 PS.

Das Getriebe ist mit Pfeilverzahnung versehen, deren
orzüge gleichmäßiger Zahnwechsel, große, im Eingriff
findliche Zähnezahl und infolge der unter dem gleichen
inkel gegen die Achse geneigten zweikränzigen Ver-
hnung Ausgleich der Axialschübe sind. Die Zahn-
nke ist eine verbesserte Evolvente, welche die AEG
f Grund jahrelanger Erfahrungen für Getriebe mit
hen Drehzahlen und großen Leistungen entwickelt hat.
tzel und Rad sind von einem starren gußeisernen Ge-
use eingeschlossen. Der Unterteil des Gehäuses stützt
h mit einer rings herum laufenden, kräftigen Auflage-
che auf die Grundplatte, die möglichst nahe an die
ellenmitte herangezogen ist, damit die zentrische Lage
der Welle auch bei Wärme-Dehnungen gewahrt bleibt.
Der Festpunkt des Getriebes ist das Rad, das durch
Bundlager an jeder axialen Verschiebung gehindert ist.
Das Ritzel muß sich daher selbsttätig einstellen können,
um eine gleichmäßige Kraftverteilung auf die im Ein-
griff befindlichen Zähne zu ermöglichen. Aus die-
sem Grunde ist die Ritzelwelle mit dem Turbinen-
läufer durch eine nachgiebige AEG-Doppelverzahnungs-
Kupplung verbunden. Das kleinere Rad, das den Generator antreibt und mit diesem starr verbunden ist, folgt bei seiner Einstellung dem Ritzel.

Das Rad ist so hergestellt, daß auf den gußeisernen Radkörper zwei Kränze aus hochwertigem Stahl aufgeschrumpft sind. Die Formgebung des Radkörpers ist derart, daß weder beim Abkühlen nach dem Gießen noch während des Betriebes Spannungen durch Wärmedehnungen auftreten. Der Umfang des Rades ist aus diesen Gründen radial geschlitzt, die Wandstärken sind trotz der großen Abmessungen verhältnismäßig gering. Zwischen den beiden Seitenwänden sind noch radiale Rippen zur Erhöhung der Festigkeit eingegossen. Die Radnabe ist ebenfalls mehrfach radial geschlitzt und wird nach dem Einpressen der Radwelle noch mittels zweier kräftiger Schrumpfringe gesichert. Nach Festschrumpfen, Aufziehen der Kränze und Auswuchten des Rades wird mit dem Schneiden der Verzahnung auf der Fräsmaschine begonnen.

AEG K 61594

a b c d e f g h

7500 kW; 750 U/min

2000 kW; 3000 U/min 1700 PS; 240 U/min

a = HD-Turbine,
b = ND-Turbine,
c = Kondensator,
d = Zahnrad-vorgelege,
e = Nachgiebige Kupplung,
f = Gleichstrom-generator,
g = Zwischenstelle,
h = Holzschleifer

Anordnung einer zweigehäusigen Anzapf-Triebturbine für Holzschleifer- und Gleichstromgeneratorantrieb (N = 2000 kW; n = 3000/240/750 U/min).

Für den geräuschlosen Gang ist eine genaue, völlig fehlerfreie Verzahnung die Grundbedingung. Da 0,001 % des Teilkreis-Durchmessers als obere Grenze der Teilungs-Genauigkeit bei Turbo-Getrieben angesehen werden muß, ist es selbstverständlich, daß bei dieser Genauigkeit jede Nacharbeit von Hand entfallen muß. Die Verzahnung ist sofort nach dem Schneiden der Zähne betriebsfertig. Auch ein Einlaufen ist unnötig. Zur Nachprüfung der Genauigkeit werden von der AEG besonders ausgebildete Meßinstrumente verwendet.

Zur Bestimmung des Wirkungsgrades des Getriebes wurden im Betriebe Menge, Druck und Wärmegrad des zu- und abfließenden Öles gemessen. Hieraus ergab sich ein Verlust von 11,8 PS, zu dem die Wärmestrahlung des Gehäuses, die mit 12,86 PS errechnet wurde, hinzuzurechnen ist. Die gesamte Verlustleistung von 24,66 PS beträgt also nur 0,91 vH der Vollastleistung, was einem Wirkungsgrad von 99 vH entspricht.

Diese Versuche ergaben, daß selbst bei Getrieben mit so großen Übersetzungs-Verhältnissen und zwei Getrieberädern die verursachten Verluste dank der mittelbaren Kupplung nur ganz gering sind.

Ein anderes von der AEG zum Antrieb von Schleifern gebautes Aggregat für 4500 kW mit einem Übersetzungs-Verhältnis 3000 : 240 ergab gleich günstige Resultate und ruhigen Gang.

Elektrokarren als Arbeitshelfer.

Mitteilung der AEG.

Die zunehmende Verwendung von Elektrokarren im Werkförderwesen führt selbstverständlich dazu, daß diese Fahrzeuge auch im wachsenden Umfange zu besonderen Dienstleistungen herangezogen werden.

Bild 1. Elektrokarren mit Kehrwalze und Staubsaugevorrichtung.

Die Reinigung von Werkstätten, Bahnhöfen, Lagerhäusern usw. bereitete immer gewisse Schwierigkeiten, da einmal ziemlich große Flächen zu reinigen sind, andererseits diese Arbeit möglichst ohne Staubentwicklung durchgeführt werden soll. Der in Bild 1 dargestellte Elektrokarren ist mit einem entsprechenden Aufbau versehen, um die vorhergehend beschriebene Reinigung durchzuführen. Der normale Elektrokarren EK 752 (E) erhält einen abnehmbaren Aufbau, an dem die gesamte Einrichtung angebracht ist. Entgegen der Normalausführung ist die Batterie hier auf die Plattform des Elektrokarrens gesetzt, damit die Zugänglichkeit bei gelegentlichem Auswechseln oder während der Ladung gewährleistet ist. Aus diesem Grunde mußte der Staubbehälter entsprechend hoch gesetzt werden, andererseits war es möglich, den Antriebsmotor für die Saugvorrichtung hier unterzubringen. Wie Bild 1 zeigt, ist eine heb- und senkbare Kehrwalze vorhanden, die von den Treibrädern des Elektrokarrens angetrieben wird. Der aufgefegte oder aufgewirbelte Schmutz, Staub usw. wird von dem Saugkopf angesaugt und durch den Exhaustor in den Schmutzbehälter befördert. Die in den Behälter eingeblasene Luft kann durch die oben im Behälter angebrachten Filtertücher entweichen, der Schmutz wird

Bild 2. Ladebank mit Sprengaufbau.

aus den Behältern nach Öffnen einer Seitenwand entleert. Die Walze kann vor- und rückwärtsfahrend benutzt werden; die Saugvorrichtung arbeitet in beiden Fahrtrichtungen. Der Antriebsmotor für die Exhaustoren enthält seinen Strom von der Fahrzeugbatterie, die daher entsprechend groß zu wählen ist.

Bild 1 zeigt den Elektrokarren mit Fegemaschine und Staubsaugevorrichtung (DRP. angemeldet) in einer Werkstatt. Die hier mit dem Karren erzielten Ergebnisse sind als außerordentlich günstig zu bezeichnen.

Es ist anzunehmen, daß die gleichen Erfolge insbesondere auf den Bahnsteigen der großen Personenbahnhöfe, in den Lagerhallen der Güterbahnhöfe als auch in den großen Lagerhäusern erzielbar sind. Besonders für die Reinigung der Bahnsteige der großen Bahnhöfe bietet dieses Hilfsmittel unschätzbare Dienste, da es hier ja darauf ankommt, die Reinigung in kurzen Betriebspausen durchzuführen. Erleichtert wird die Verwendung, da jeder vorhandene Elektrokarren mit dieser Einrichtung ausgerüstet werden kann.

In vielen Fabrikräumen ist es erforderlich, auf jeden Fall eine Staubbildung zu verhüten, und zwar insbesondere dort, wo gesundheitsschädliche Einflüsse unter allen Umständen vermieden werden müssen. Dieses trifft besonders zu für alle Blei verarbeitenden Industrien, wie Akkumulatoren-Fabriken usw. Man hilft sich hier durch Aufsetzen einer Sprengvorrichtung auf einen sehr beweglichen Elektrokarren, der alle Werkstattgänge befahren kann. Bild 2 zeigt eine Ladebank zu einem Elektrohubkarren mit tiefliegender Plattform, auf der ein Sprengbehälter und Sprengrohr aufgesetzt sind. Dieser

Bild 3. Elektrohubkarren mit Ladebank und Sprengaufbau für Werkstattbesprengung.

Behälter faßt etwa 1200 l Inhalt.

Aus Bild 3 ist die Verwendungsweise zu ersehen, und zwar in Verbindung mit dem Elektrohubkarren. Sehr günstig ist die tiefe Lage des Sprengrohres, da hierdurch vermieden wird, daß Arbeiter oder am Boden herumliegende Werkstücke bespritzt werden.

Mit den in den Bildern gezeigten Verwendungsmöglichkeiten ist die Art der hier beschriebenen Anwendungsgebiete in Fabriken usw. bei weitem nicht erschöpft. Der Elektrokarren eignet sich, mit entsprechendem Sprengaufbau versehen, natürlich auch zum Sprengen des Fabrikhofes, sowie zum Sammeln und Abfahren der Kehrichtsabfälle aus Werkstätten und Werkhöfen. Vielfach wird das Fahrzeug auch benutzt, die Fabrik-Feuerwehrgeräte zu ziehen und diese einschließlich der Bedienungsleute im Bedarfsfalle schnellstens an Ort und Stelle zu befördern. Der hierin liegende Vorteil kann für jedes Unternehmen von unschätzbarem Werte sein.

Im Winter ist es unbedingt erforderlich, die hauptsächlichsten Wege der Werkhöfe schneefrei zu halten; auch hier ist der Elektrokarren berufen, mit Hilfe eines anzubauenden Schneepfluges vor Beginn der täglichen Arbeitsschicht den Hof vom Schnee zu säubern, bzw. Durchgangswege frei zu machen. Vorstehende Ausführungen lassen erkennen, daß auch die vielfach als nebensächlich erscheinenden Arbeitsleistungen von einem Elektrokarren vorteilhaft übernommen werden können.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-AUSNUTZUNG
ABGAS-AUSNUTZUNG
für Heizung und Trocknung
Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane
ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren
CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik. Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE
Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge für Personen oder Waren
Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge
Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut
Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER 1874
AUFZÜGE
jeder Art und Größe
Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art
Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE
in moderner Ausführung mit Treibscheibe oder Seiltrommel sowie Feineinstellung selbsttätig wirkend
UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BRUNNENBAU
(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPF-DRUCKVERMINDERUNGSVENTILE
auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet, ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFHÄMMER
„EUMUCO“
Lufthämmer
Fallhämmer
EUMUCO
Aktiengesellschaft für Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermesser mit Schreib- und Zählwerk, autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER
Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D. R. P., elektrische Fernübertragungen, Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

DAMPFMESSER
aller Art
Grauguß und Metallguß
Ernst Claassen & Co.
Schwedt (Oder)

STABE-
DAMPFMESSER
Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 328
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-
DAMPFMESSER
mit automatischer Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler.
elektr. Fern-Dampfuhren
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN
für die Industrie
1879
Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-
Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren
Markus M. Bach, Berlin W 15

E

DEMAG **ELEKTROZÜGE**
Bauart Demag,
¼ bis 5 t Tragkraft,
Lager im In- u. Ausland
Demag-Duisburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Umformerwerk Uferstraße des Elektrizitätswerkes Eisenach.

Mitteilung der AEG.

Die Versorgung der Stadt Eisenach mit elektrischer ıergie für Licht und Kraft erfolgt im Stadtinnern ırch ein Dreileiternetz mit 2 × 120 V Gleichstrom. Für n Betrieb der Straßenbahn wird außerdem Gleichstrom

l 1. Umformerwerk Uferstraße des Elektrizitätswerkes Eisenach (Ansicht von der Straße aus).

t einer Spannung von 600 V erzeugt. Für die Umforıng waren vor der Errichtung des nachstehend beıriebenen Unterwerks mehrere Unterwerke vorhanden, ı aus einem Hochspannungsnetz mit 6000 V Drehstrom speist wurden.

Der wachsende Bedarf an elektrischer Energie forrte eine Erhöhung der Leistung der Unterwerke. Eine ıaue Untersuchung ergab jedoch, daß es zweckmäßiger ır, ein neues Unterwerk für den gesamten Bedarf zu ıen. Mit der Projektierung und Bauleitung, sowie der eferung der elektrischen und der neu zu beschaffenı maschinellen Ausrüstung wurde die AEG betraut.

Auf diese Weise entstand das Umformerwerk Uferaße, das im ersten Ausbau für die Aufnahme von sechs ıformern bemessen ist.

Bild 1 zeigt das Werk von der Straße aus gesehen, ld 2 einen Schnitt senkrecht zur Maschinenhausachse. e Anordnung der einzelnen Räume wurde so gewählt, ß sich für das Gebäude ein rechteckiger Grundriß ne Gliederung ergab. Eine gemeinsame Dachhaut erspannt daher den Maschinenraum und die auf der ıen Längsseite sich erstreckende 6000 V-Schaltanlage, ıhrend ein Anbau auf der gegenüberliegenden Längste die Umspannerkammern enthält. Der geräumige ller dient zur Aufnahme der Gleichstromverteilung, vie der Anlaßschalter der Umformer; ein Quecksilberıpf-Gleichrichter ist ebenfalls dort untergebracht.

Bild 2. Schnitt senkrecht zur Maschinenhausachse.

Die 6000 V-Anlage umfaßt die Schalteinrichtungen vier ankommende Kabel und sechs Abzweige zu den spannern der Umformer. Der Aufbau der Anlage ist aus Bild 2 ersichtlich. Zur Vereinfachung der niederspannungs-seitigen Leitungsführung sind die Umspanner oberspannungs-seitig durch Kabel mit der Schaltanlage verbunden.

Es sind im ganzen fünf Einheiten zur Umformung des Drehstromes in Gleichstrom aufgestellt, und zwar:

für Licht- und Kraftstrom je 1 Einankerumformer mit einer Leistung von 900, 200 und 100 kW, für 2 × 120 V Gleichstrom,

für Bahnbetrieb je 1 Einankerumformer und 1 Glasgleichrichter mit einer Leistung von 100 kW für 600 V Gleichstrom.

Bild 3 zeigt den 900 kW-Einankerumformer, der als offene Nebenschluß-Maschine gebaut ist. Die Drehzahl beträgt 750 U/min. Mittels des angebauten Drehreglers ist die Gleichstromspannung zwischen 240 und 300 V regelbar. Die Leistung ist entsprechend 770 bis 960 kW. Bei Vollast beträgt der Wirkungsgrad einschl. Umspanner 92 vH.

Der Anlauf erfolgt asynchron, indem der Umformer mittels des Anlaßschalters zunächst an eine Anzapfung des Umspanners gelegt wird, die ihm etwa 35 % der vollen Spannung zuführt. Nach Erreichen der synchronen Drehzahl, wobei der Umformer von selbst in Tritt fällt, erhält dieser durch Umlegen des Anlaßschalters die volle Spannung. In den Schalter eingebaute Überschaltwiderstände verhindern hierbei das Auftreten von Stromstößen. Der Schalter ist so ausgeführt, daß das Umschalten stets mit einer bestimmten Geschwindigkeit geschieht, die so gewählt ist, daß sie einerseits die Überschalt-Widerstände sich zweckmäßig auswirken läßt, andererseits ein Außertrittfallen des Umformers während des Umschaltens ausschließt.

Bild 3. Einankerumformer 900 kW.

Die Gleichstrom-Verteilung ist — wie schon erwähnt — im Keller untergebracht. Unmittelbar unter den Maschinen sind die Hauptautomaten der Umformer angeordnet, während ein besonderes Gerüst unterhalb des Schalthauses die eigentliche Gleichstrom-Verteilungsanlage bildet. Vorläufig sind 8 Abzweige ausgebaut für eine Leistung von je 100 kW. Jeder Abzweig ist mit zwei einpoligen Überstrom- und Rückstrom-Fernschaltern ausgerüstet, die von der Schalttafel aus gesteuert werden.

Die auf Bild 3 teilweise sichtbare Bedienungs-Schalttafel ist in Pfeileröffnungen zwischen Maschinenraum und Schalthaus eingebaut. Sie ist somit auch von hinten leicht zugänglich, ohne einen besonderen Raum zu beanspruchen.

Später erhielt das Werk noch eine Akkumulatoren-Batterie von 1944 Ah Kapazität zur Speisung der Abzweige für Licht und Kraft beim etwaigen Ausbleiben des Drehstromes. Die Batterie ist in einem besonderen Anbau aufgestellt, die Ladung erfolgt von den Sammelschienen der Gleichstromverteilungsanlage her über ein Zusatzaggregat.

Horizontalbohrwerke mit behelfsmäßigem und mit wirtschaftlichem Einzelantrieb.

Mitteilung der AEG.

Die heutige Forderung nach intensivster Steigerung der Produktion stellt an Mensch und Maschine besondere Ansprüche. Der Arbeitsvorgang ist bis in die letzten Einzelheiten zergliedert und jeder Werkzeugmaschine eine Spezial-Aufgabe zugewiesen.

Bild 1.
Horizontalbohrwerk (Union, Chemnitz).

Das Hauptaugenmerk ist auf Verwendung leistungsfähiger Maschinen und Vermeidung toter Zeiten gerichtet. Die besten Stähle sind gerade gut genug; gegenüber früher überaus hohe Schnittgeschwindigkeiten sind an der Tagesordnung.

Hand in Hand damit geht eine Verbesserung des Antriebes. Der frühere Gruppenantrieb mit seinem Vorgelege- und Riemengewirr ist als unwirtschaftlich verlassen. Auch die Einscheiben-Anordnung entspricht nicht mehr dem gesteigerten Bedürfnis. Nur der konstruktiv richtige, organisch entwickelte elektrische Einzelantrieb kommt allen Anforderungen nach. Getriebe und Lagerung sind so einfach und übersichtlich, wie es im Interesse einer wirtschaftlichen Betriebsführung notwendig ist.

Dieses zeigt deutlich die Gegenüberstellung der beiden Bilder.

Bild 1 gibt eine heute noch häufige Konstruktion wieder, an der man auf den ersten Blick den früheren Einscheiben-Antrieb erkennt. Hier ist er durch ein mehrfaches Rädervorgelege zum Einzelantrieb umgebaut worden. Die Unzahl der verschiedenen Hebel wirkt geradezu verwirrend; das ganze Getriebe ist so unübersichtlich eingebaut, daß schon der Gedanke an eine gelegentliche Reparatur Unbehagen hervorruft.

Ganz anders liegt der Fall bei einer Maschine nach Bild 2. Schon der äußere Eindruck ist ruhiger, sachlicher. Durch den direkt an den Spindelstock angeflanschten Motor fallen alle unbequemen Übertragungselemente fort, Kupplungen, die bekanntlich zu Störungen neigen, fehlen vollständig. Das ganze Getriebe ist so einfach und übersichtlich, daß Versager kaum möglich sind. Die Ölfrage ist durch die geringe Zahl der notwendigen Lagerstellen in einfachster Weise gelöst. Durch eine Zentralschmierung wird jede Lagerstelle mit der nötigen Ölmenge versorgt. Heißläufer, die durch Vergessen oder Übersehen einer Lagerstelle auftreten, sind ausgeschlossen.

Der eingebaute Motor ist ein AEG-Gleichstrom-Regelmotor, mit Kugel- und Rollenlagerung. Die Drehzahl kann durch einen kleinen direkt an die Maschine angebauten Reglerhebel, unabhängig von der Getriebeschaltung, verlustlos im Verhältnis 1 zu 3 bis 4 geändert werden. Auf diese Weise ist die Schnittgeschwindigkeit ohne besondere Komplikationen während des Laufes allen Verhältnissen anzupassen. Das Abstellen der Maschine geschieht u. a. auch durch einen Druckknopf vom Support aus. Das Bedienungspersonal kann unabgelenkt seine ganze Aufmerksamkeit dem Arbeitsvorgang selbst zuwenden und wird durch keinerlei Nebengriffe gehindert. Werkzeugbrüche, Fehlarbeiten und Ausschußstücke können infolgedessen wirksam ausgeschaltet werden. Der Antriebsmotor ist ausgewuchtet und läuft bei allen Drehzahlen vollkommen ruhig und erschütterungsfrei. Erschütterungen sind selbst bei höchster Drehzahl und stärkstem Spanquerschnitt sowie bei Tiefenbohrungen nicht zu beobachten. Die Maschine wird durch den elektrischen Einzelantrieb viel elastischer, universeller, der Betrieb leistungsfähiger und wirtschaftlicher.

Gerade dieser Gesichtspunkt ist in der heutigen Zeit besonders wichtig. Es darf keinem Werk gleichgültig sein, ob eine Werkzeugmaschine mit einem mittleren Wirkungsgrad von 0,6 oder 0,8 arbeitet. Derartige Werte kann man tagtäglich messen, sie werden bei Gruppen-Antrieben noch erheblich unterschritten; hier kommen je nach der Ausnutzungsziffer Werte von 0,3 bis 0,4 vor.

Durch den elektrischen Einzelantrieb ist heute ein Mittel an die Hand gegeben, der Forderung nach größtmöglicher Verbilligung in der Werkstatt in weitem Umfange nachzukommen. Daher sollten Neuanschaffungen nur von diesem Gesichtspunkte aus vorgenommen werden.

Bild 2.
Horizontalbohrwerk (Wetzel, Gera).

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Rundstangen, Profilstangen und Rohre.

Mitteilung der AEG.

Für die Gruppe der Nichteisenmetalle einschließlich der Leichtmetalle sind in der untenstehenden Zahlentafel die Festigkeits-Eigenschaften zusammengestellt, nach denen der Konstrukteur und Verbraucher die Werkstoffauswahl treffen kann. Neben der normalen Ausführung in Rund-, Vierkant-, Flach- und Sechskantstangen sowie in Rohren ist die Gestaltungsmöglichkeit für Profilstangen (s. Bild) nahezu unbegrenzt. Da das Kabel- und Metallwerk der AEG über umfangreiche Werkanlagen und einen großen Bestand an neuzeitlichen Maschinen und Werkzeugen, sowie ein mit modernsten Hilfsmitteln ausgestattetes Werkstoff-Prüflaboratorium verfügt, sind die AEG-Metallwerke Oberspree*) in der Lage, höchste Anforderungen an Menge und Güte der zu liefernden Metallfabrikate zu erfüllen.

Die Rund- und Profilstangen aus Messing, Sondermessing und Leichtmetall werden teils in „gepreßter", teils in „gezogener" Ausführung geliefert, die Rohre werden nahtlos gezogen. Alle Abmessungen werden nach Dinorm-Toleranzen eingehalten. Anhaltspunkte über die Grenzwerte der Festigkeits-Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe gibt die Zahlentafel in praktischen, gut erreichbaren Mittelwerten.

Abschnitte von gepreßten und gezogenen Profilstangen.

K u p f e r. Das zur Verwendung gelangende Kupfer besteht aus dem besten deutschen und amerikanischen Elektrolytkupfer. Hieraus ergibt sich seine vielseitige Verwendbarkeit für alle Zwecke der Elektrotechnik, wenn es auf hohe elektrische Leitfähigkeit ankommt, und als Baustoff, wenn auf Farbe, Bildsamkeit und hohe Wärmeleitfähigkeit Wert gelegt wird. Für Rohre findet Kupfer ebenfalls weitgehende Anwendung, nicht zuletzt wegen seines günstigen Verhaltens gegen chemische Einflüsse.

M e s s i n g. Die technisch verwertbaren Messinglegierungen bewegen sich in Grenzen von 90 % Cu beim Rottombak bis herunter zu 58 % Cu beim Schraubenmessing. Einen geeigneten Werkstoff in guter Bohr-, Dreh- und Fräseigenschaft stellt das bekannte Schrauben- und Mechanikermessing (Ms 58 und Ms 59) dar, das durch einen Bleizusatz seine gute Schnittbearbeitbarkeit erhält. Wird neben genügender Schnittbearbeitbarkeit noch eine größere Biege- und Dehnungsfähigkeit gefordert, so kommt Schmiedemessing (Ms 60) in Betracht.

S o n d e r m e s s i n g. Die AEG-Metallwerke Oberspree haben hierin einige Sonderqualitäten geschaffen, von denen das Kondensatorrohr-Messing in der bekannten Admiralitäts-Legierung, die Gruppe der härteren und seewasserbeständigen Manganmessinge (Spreemetall) und die Nickelmessinge hervorzuheben sind.

B r o n z e. Neben den reinen Sn-Bronzen gehört hierher Aluminium-Bronze, die neben hoher Festigkeit eine sehr gute Dehnung aufweist und außerdem als gut säure- und wetterbeständig gelten kann.

L e i c h t m e t a l l. Für die Verwendung von Leichtmetall ist das geringe spezifische Gewicht ausschlaggebend. Der Reinheitsgehalt von Aluminium beträgt je nach dem Verwendungszweck 98/99, 99 und 99,5 %. Eine Speziallegierung der AEG, Bahnaluminium, stellt eine Al-Legierung mit gegenüber Reinaluminium hoher Festigkeit dar, die gleichzeitig hohe Verschleißfestigkeit hat, so daß es als Schleifbügel-Material für elektrische Bahnen sehr gut geeignet ist.

Werkstoff	Kurzzeichen	DIN	Farbton (poliert)	Spez.-Gew.	Rund- und Profilstangen: Festigkeit weich kg/mm²	Festigkeit hart kg/mm²	Dehnung weich %	Dehnung hart %	Härte (5/250/30) kg/mm²	Rohre: Festigkeit weich kg/mm²	Festigkeit hart kg/mm²	Dehnung weich %	Dehnung hart %	Härte (5/250/30) kg/mm²
Kupfer														
Elektrolytkupfer	E—Cu	1708	rot	8,9	22	30	40	8	45 bis 80	—	—	—	—	—
Rohrkupfer	R—Cu	—	rot	8,9	—	—	—	—	—	22	35	35	5	50 bis 85
Stehbolzenkupfer	Bz 0,5	—	rot	8,9	23	—	38	—	50	—	—	—	—	—
Messing														
Rottombak	Ms 90	1709	goldrot	8,8	25	40	40	5	60 bis 100	—	—	—	—	—
Mittelrottombak	Ms 85	1709	goldgelb	8,7	25	40	40	10	60 bis 100	—	—	—	—	—
Gelbtombak	Ms 72	1709	grünlichgelb	8,6	25	40	40	15	60 bis 105	—	—	—	—	—
Halbtombak	Ms 67	1709	grünlichgelb	8,6	30	45	35	15	65 bis 110	—	—	—	—	—
Druckmessing	Ms 63	1709	rötlichgelb	8,6	30	45	35	15	65 bis 110	32	45	35	10	65 bis 110
Schmiedemessing	Ms 60	1709	ockergelb	8,5	35	50	30	15	70 bis 120	35	50	30	10	70 bis 120
Schraubenmessing	Ms 58	1709	ockergelb	8,5	40	50	25	15	80 bis 140	—	—	—	—	—
Mechanikermessing	Ms 59	—	ockergelb	8,5	40	50	20	12	80 bis 140	—	—	—	—	—
Sondermessing	So—Ms	1709												
Kondensatorrohr-Messing	Ms 71	—	grünlichgelb	8,6	—	—	—	—	—	—	40	—	25	—
Spreemetall	Mn—Ms 1,4	1709	braungelb	8,3	45	—	25	—	bis 105	—	—	—	—	—
Manganmessing	Mn—Ms 3	1709	braungelb	8,3	45	55	25	10	105 bis 150	—	55	—	10	140
Nickelmessing	Ni—Ms 10	—	gelblichweiß	8,5	40	50	35	25	140	—	—	—	—	—
Sondermessing	Mn—Ms 1,5	1709	ockergelb	8,5	40	60	30	12	100 bis 150	40	60	30	12	100 bis 150
Bronze														
Al-Walzbronze	Al—Bz 5	—	goldgelb	8,3	40	60	50	10	90 bis 160	—	—	—	—	—
Leichtmetall														
Reinaluminium	Al 98—99,5 %	1712	silberweiß	2,7	8	16	25	5	30 bis 55	9	15	25	5	30 bis 55
Bahnaluminium	Al 94	—	weiß	2,8	20	25	25	10	50 bis 70	—	—	—	—	—

Festigkeits-Eigenschaften von Nichteisenmetallen und Leichtmetallen.

*) Anfragen sind zu richten an die AEG-Metallwerke Oberspree, Berlin W 56, Taubenstraße 21.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrizitätszähler für die Betriebskontrolle.

Mitteilung der AEG.

Jede im modernen Fabrikations-Verfahren herge-ellte Ware ist mit einem gewissen mehr oder weniger roßen Kostenbetrag für die elektrische Energie be-ıstet, die bei der Fertigung benötigt wurde. Der an-ıllende Betrag nimmt mit der Modernisierung der In-ustrie mehr und mehr zu, da diese in stets wachsendem 'mfange auf eine Mechanisierung und Rationalisierung er Herstellungsvorgänge hinausläuft, was mit Elektri-zierung gleichbedeutend ist.

Mit der zunehmenden Verschiebung der Kostenver-ältnisse ergibt sich die Notwendigkeit, dem Strom-erbrauch in den einzelnen Betrieben mehr Auf-ıerksamkeit zuzuwenden als bisher; man kann sich icht mehr darauf beschränken, die Kosten des Ge-ımtverbrauches auf die Gesamterzeugung umzulegen.

Die Grundlage einer richtigen Preisstellung bildet ie Feststellung der Selbstkosten. Die Anteile es Aufwandes an elektrischem Strom für Kraft, ther-ıische und chemische Zwecke sind bei den einzelnen 'abrikaten sehr verschieden und erheblichen Schwan-ungen unterworfen. Es empfiehlt sich daher, für jede ıbteilung, für jede Werkstatt und für jeden Arbeits-organg die Stromkosten festzustellen, um den genauen ınteil an den Selbstkosten zu erhalten. Diesem Zwecke ienen die Elektrizitätszähler, die den Verbrauch an :ilowattstunden registrieren, nach denen dann die Geld-beträge errechnet werden können.

Bild 1. Drehstromzähler für gleichbelastete Phasen.

Naturgemäß sucht man für die genannten Zwecke mit Einrichtungen auszukommen, für die der Aufwand in einem möglichst günstigen Verhältnis zu ihrem praktischen Wert steht. Im folgenden werden einfache Einrichtungen beschrieben, die der erforderlichen Genauigkeit durchaus genügen und nur ein geringes Maß von Ausgaben verursachen.

Der praktische Betrieb bedient sich von allen Stromarten fast ausschließlich des Drehstromes.)a in den Kraftbetrieben zumeist symmetrische Be-ıstung angenommen werden kann, genügt es, an Stelle es eigentlichen Drehstromzählers einen Zähler für 'leichbelastete Phasen (Bild 1) zu ver-venden.

Die AEG baut Zähler dieser Art unter der Be-eichnung LMf, LOf und LOf 60. Sie sind ihrem ıufbau und ihrer inneren Einrichtung nach Einphasen-ähler der Form LJf und unterscheiden sich nur durch ie innere Schaltung und das Übersetzungsverhältnis wischen Schneckenrad und Zählwerk.

Die genannten Zähler werden für direkte Messung is zu Stromstärken von 3 × 100 bzw. 3 × 200 A gebaut. 3ei höheren Stromstärken ist ein Stromwandler er-orderlich.

Eine Anzahl stromverbrauchender Einrichtungen ann mit noch einfacheren Mitteln kontrolliert werden.)ie Wandertische für die Fließarbeit und ähnliche 'ransporteinrichtungen, auch viele Bearbeitungs-ıaschinen beanspruchen eine bestimmte konstante Lei-tung. Daher genügt es in diesen Fällen, einen Zeit-ähler anzuwenden, aus dessen Angaben mühelos ie Kilowattstunden errechnet werden können. Mit der 'erwendung des Zeitzählers ist gleichzeitig eine für ie Zeitstudien wertvolle Unterlage zu erhalten.

Die AEG baut Zeitzähler in verschiedenen Ausführungen. Sehr geeignet für die Zwecke des praktischen Betriebes sind die Zeitzähler Form ZSt mit elektromagnetischer Auslösung des Uhrwerkes durch ein Spannungsrelais (Bild 2). In einem anderen Zeitzähler der AEG, Form ZW, für Wechsel- und Drehstrom wird das Uhrwerk durch einen mit konstanter Drehzahl umlaufenden Ferrarismotor ersetzt.

Bild 2. Zeitzähler, Form ZSt.

In Bild 3 ist ein Spezialzähler der AEG dargestellt, der für Kranmotoren Verwendung findet. Er besteht aus drei Zeitzählern Form ZSt auf gemeinsamer Grundplatte; je ein Zeitzähler registriert die Betriebsdauer des Hubmotors und des Fahrmotors der Laufkatze, der dritte die des Fahrmotors der Kranbrücke.

Für Gleichstrom bedingen die Elektrizitätszähler für große Leistungen einen höheren Kostenaufwand als die oben für Drehstrom genannten. Man wird daher hier den Zeitzähler mit elektromagnetischer Auslösung bevorzugen.

In manchen, insbesondere in chemischen Betrieben, wo die Kosten für elektrische Energie oft den Hauptbestandteil der Selbstkosten ausmachen, lohnen sich jedoch auch große Gleichstromzähler. Außer den allgemeinen bekannten Shuntzählern sind hier Hochstromzähler der AEG für direkten Anschluß zu erwähnen.

Die angeführten Zähler eignen sich zum festen Einbau, wodurch eine fortwährende Kontrolle möglich ist. Von besonderer Bedeutung sind für die zeitweilige Kontrolle von Produktionsvorgängen die tragbaren Zähler und Wandler. Es empfiehlt sich, die Zähler an einem tragbaren Gestell mittels federnder Aufhängung anzubringen, so daß sie vor Erschütterungen beim Transport geschützt sind. Tragbare Wandler werden von der AEG in verschiedenen Ausführungen geliefert. Besonders geeignet sind die umschaltbaren Stromwandler, die einen großen Verwendungsbereich haben. Mit Einrichtungen dieser Art kann bei geringstem Kostenaufwand eine periodische Nachprüfung der Betriebsverhältnisse wechselnd in verschiedenen Werkstätten und Abteilungen vorgenommen werden. Ein transportabler Meßsatz mit einem der oben beschriebenen Drehstromzähler und einem umschaltbaren Wandler dürfte in vielen kleinen Betrieben zur internen Kontrolle ausreichen.

Bild 3. Kranmotor-Stundenzähler mit drei Zählwerken, Form ZSt, geschlossen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE

ORIGINAL MSN AUFZÜGE

Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

HH
Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

SCHINDLER 1874

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150—5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr.
Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Lufthämmer
Fallhämmer

EUMUCO
Aktiengesellschaft für Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER-
DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesse
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- u
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungen
Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE-
DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend m
automatisch. Druckberücksichtigu
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365
In Hunderten von Ausführung
geliefert für Dampfmaschine
Dampfhämmer, Walzenzugmasc
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R
Feodor Stabe Apparatebauansta
Berlin SO 26

PONDO-
DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie

1879

Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahr
Markus M. Bach, Berlin W 15

E

DEMAG ELEKTROZÜ

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft,
Lager im In- u. Ausl
Demag-Duisburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Oefen in der Werkstatt.

Mitteilung der AEG.

Das Bestreben, die modernen Werkzeugmaschinen als Hochleistungsmaschinen zu verwenden, stellt immer höhere Ansprüche an die Qualität der Schneidewerkzeuge. Dieser Faktor hängt außer von dem Werkstoff selbst in erster Linie von der Wärmebehandlung des Materials ab. Deshalb kommen für die Werkzeugmacherei heute nur Glüh- und Härteverfahren in Frage, bei denen man die Gewähr hat, daß die von den Stahlwerken vorgeschriebenen Temperaturen auf das genaueste eingehalten werden. Diesen Bedingungen genügen im idealen Sinne die elektrisch beheizten Öfen, da auch hier die elektrische Energie, wie in allen übrigen Anwendungsgebieten, den großen Vorteil bietet, daß sie feinfühlig den gewünschten Verhältnissen angepaßt werden kann.

Für das Glühen, Härten und Zementieren von Kohlenstoffstahl baut die AEG elektrische Glüh- und Härteöfen, bei denen die elektrische Energie mit Hilfe von Chromnickel-Widerständen in Wärme umgewandelt wird. Diese Chromnickel-Widerstände werden in dem Ofenraum gleichmäßig verteilt und strahlen ihre Energie direkt auf das zu erhitzende Gut aus. Muffeln, wie sie Gas-, Koks- und Ölöfen im allgemeinen verlangen, können wegfallen, da eine Verunreinigung des Glühgutes bei elektrischer Erwärmung ausgeschlossen ist. Die Muffeln der nicht elektrisch geheizten Öfen stellen große Wärmebremsen dar. Der Temperaturunterschied zwischen der Heizflamme und dem zu erwärmenden Gut muß bei dieser Beheizungsart wesentlich höher gehalten werden, als wenn die Wärme direkt auf das Glühgut ausstrahlt. Mit dem Wegfall der Muffel selbst entfällt auch deren häufiges Erneuern, und der Wirkungsgrad der elektrischen Öfen, von denen Bild 1 ein Ausführungsbeispiel zeigt, wird wesentlich heraufgesetzt. Die Abmessungen der elektrischen Glühöfen lassen sich dem tatsächlichen Glühgut leicht anpassen. Mit Hilfe automatischer Wärmeregler ist es möglich, die Temperatur dieser Öfen auf einige Grade genau einzustellen und die Temperatur ohne besondere Überwachung beliebige Zeit gleichmäßig zu halten.

Bild 1. Langofen.

Für Temperaturen über 1000 ° baut die AEG elektrische Salzbadhärteöfen (Bild 2), die vorzugsweise zum Härten von Edelstählen geeignet sind. Die zu härtenden Werkstücke werden hierbei in ein Salzbad eingehängt, wobei die Erwärmung unter Luftabschluß erfolgt, so daß ein Verzundern der Werkstücke ausgeschlossen ist.

Diese Öfen werden für Temperaturen bis 1300 ° ausgeführt, so daß sich hiermit praktisch alle zurzeit im Handel befindlichen Hochleistungswerkzeuge behandeln lassen. Nach dem gleichen Prinzip werden die Salzbadöfen auch für Temperaturen von 220 bis 1000 ° gebaut und gestatten infolge der guten Wärmeübertragung auf das Härtegut und der großen Wärmekapazität ein sehr schnelles Arbeiten; sie sind somit produktionsfähiger als die vorbesprochenen Glühöfen mit Chromnickelheizbändern. Die elektrische Beheizung mit Widerstandsbändern eignet sich auch hervorragend für Wärme- und Trockenöfen mit Temperaturen von 60 bis 350 °, wie sie zum Trocknen von Lacken aller Art in Frage kommen. Diese Trockenöfen haben in der heutigen modernen Werkstatt den Vorteil, daß sie sich in die zeitgemäße Fließarbeit ohne weiteres sinngemäß einreihen lassen.

Bild 2. Neue Ausführung des AEG-Salzbadofens.

So zeigt Bild 3 einen Wandertrockenofen zum Brennen von lackierten Zähler-, Meßinstrumente-, Radio-Apparategehäusen und dergl. Durch entsprechende Bemessung lassen sich diese Öfen analog im Fahrradrahmen-, Automobil-, Chassis-Bau und dergl. verwenden.

Die Rentabilität der elektrischen Glühöfen für Temperaturen bis 1000 ° ist heute im allgemeinen gegeben bei einem Preis von 4 Pf/kWh, die Rentabilität von elektrischen Trockenöfen für Lackierzwecke und dergl. bei einem Strompreis von 9 Pf/kWh. Die Vorteile dieser Verfahren liegen, sofern höhere Strompreise in Betracht kommen, noch in der günstigsten Anordnung der Trockenöfen zum Gesamtarbeitsprozeß. Die Rentabilität der elektrischen Salzbadhärteöfen für die Herstellung von Schneidewerkzeugen aller Art ist bei jedem Strompreis gegeben, da hier die Qualität, d. h. der Wegfall des Härteausschusses und die Gleichmäßigkeit der Schneidewerkzeuge, die erste Rolle spielen muß.

Bild 3. Wandertrockenofen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Dampfturbopumpen für Wasserwerke.

Mitteilung der AEG.

An die Reinwasserpumpen werden in Wasserwerken große Anforderungen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht gestellt, da je nach Tagesstunden und Jahreszeiten Wasserbedarf und Druckhöhe wechseln. Früher waren es fast ausschließlich Dampfkolbenpumpen, denen diese schwierige Aufgabe anvertraut war. In neuerer Zeit findet jedoch von etwa 250 PS an aufwärts die Dampfturbopumpe an Stelle der Dampfkolbenpumpe eine immer steigende Beachtung.

Die Vorzüge dieser neuen Maschinengattung sind: Niedriger Anschaffungspreis und kleiner Raumbedarf mit daraus hervorgehenden billigen Fundamenten und Maschinenhäusern, Fortfall aller hin- und hergehenden Maschinenteile und daher wenig Verschleiß, verringerte Bedienungs- und Instandhaltungskosten, minimaler Ölverbrauch und ölfreies, direkt zum Kesselspeisen zu verwendendes Kondensat.

Erreicht auch die Kreiselpumpe allein den hohen Wirkungsgrad der Kolbenpumpe nicht völlig, so daß die reinen Brennstoffkosten bei Dampfturbopumpen höher sind, so stehen diesen jedoch bedeutende Ersparnisse in den Ausgaben für Anschaffung, Verzinsung und Tilgung des Anlage-Kapitales gegenüber, die vereint mit den Minderausgaben für Schmiermaterial, Bedienung und Unterhaltung die Gesamtbetriebskosten der Dampfturbopumpe unter diejenigen der Dampfkolbenpumpen sinken lassen.

Dies gilt um so mehr, seitdem die Vervollkommnung der Zahnradvorgelege es gestattet, für Turbine und Kreiselpumpe stets die günstigsten Drehzahlen zu wählen und so den Gesamtwirkungsgrad der Anlage bedeutend zu erhöhen. Die Untersuchungen, die von den Berliner Städtischen Wasserwerken nach dieser Richtung hin veranstaltet wurden*), geben von dieser Überlegenheit der Dampfturbopumpen einen zwingenden Beweis.

Die Getriebe-Dampfturbopumpe der AEG setzt sich in ihren Hauptbestandteilen zusammen aus Turbine, Zahnradvorgelege, Hauptkreiselpumpe, Kondensator, Kondensatpumpe und Dampfstrahlluftsauger. Das gesamte, von der Hauptpumpe geförderte Wasser wird durch den normalerweise direkt unter ihr angeordneten Kondensator gesaugt und auf diese Weise zum Niederschlagen des Abdampfes der Antriebsturbine verwendet. Die Kondensatpumpe ist im Raum unterhalb der Turbine aufgestellt und wird mittels eines Schneckengetriebes und einer senkrechten Welle unmittelbar von der Hauptwelle angetrieben. Die Turbine erhält durch Drucköl gesteuerte selbsttätige Regulierung. Das Wärmegefälle zwischen Frischdampf- und Kondensatorspannung wird in einer größeren Anzahl von Stufen aufs vollkommenste ausgenutzt, wobei Dampfeintrittsdruck und Überhitzung dem Fortschritt im Kesselbau entsprechend gesteigert werden können. Bild 2 stellt eine solche moderne AEG-Getriebe-Dampfturbopumpe dar.

a = Kondensator
b = Luftsaugleitung
c = Luftsauger I. Stufe
d = Luftsauger II. Stufe
e = Zwischenkühler
f = Abluftleitung
g = Kondensatsaugleitung
h = Kondensatpumpe
i = Kondensatdruckleitung
k = Rückschlagklappe
l = Dampfzuleitung
m = Reduzierventil
n = Schwimmerventil
o = Kondenswasserleitung

Bild 1. Anordnung eines zweistufigen Dampfstrahl-Luftsaugers.

Das erforderliche Vakuum wird nicht mehr, wie früher, durch eine umlaufende Luftpumpe erzeugt, sondern durch Dampfstrahlsauger. Wie aus Bild 1 hervorgeht, wird dabei die Verdichtung der Luft durch zwei hintereinander geschaltete Stufen erreicht. Der aus dem Kondensator kommende Abdampf wird in einem Zwischenkühler niedergeschlagen, während die unkondensierbaren Gase von der zweiten Stufe angesaugt und auf atmosphärischen Druck verdichtet werden. Ihr Abdampf wird in einem Vorwärmer kondensiert, aus dem das verbleibende Gasluftgemisch durch ein Abführungsrohr ins Freie entweichen kann. Das Kondensat beider Stufen geht durch Schwimmregler in die Saugleitung der Kondensatpumpe zurück. Letztgenannte drückt das Kondensat durch den Zwischenkühler bzw. Vorwärmer des Dampfstrahlluftsaugers, wobei eine sehr weitgehende Rückgewinnung der Abwärme des Treibdampfes der Stufen erzielt wird.

Bild 2. AEG-Getriebe-Dampfturbopumpe.

In der Verwendung dieser neuen Getriebe-Dampfturbopumpen gehen die Berlin mit Wasser beliefernden Werke voran. Sowohl die Berliner Städtischen Wasserwerke A.-G., als auch die Charlottenburger Wasser- und Industriewerke A.-G., die sich in die Wasserversorgung Groß-Berlins teilen, haben eine Reihe von derartigen Anlagen in Betrieb und weitere in Auftrag gegeben, nach deren Fertigstellung im nächsten Jahre 4 ältere AEG-Dampfturbinen und 12 neuzeitliche AEG-Getriebe-Dampfturbopumpen mit einer gesamten Fördermenge von rd. 50 000 m³/h für die Berliner Wasserversorgung zur Verfügung stehen.

*) Vergl.: Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Nr. 46, vom 13.11.1926, S. 1521 „Die Dampfturbopumpe als Wasserwerksmaschine

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Schnellverstellungen an Werkzeugmaschinen.

Mitteilung der AEG.

Die Schnellverstellung von Werkzeugmaschinen-
hlitten ist ein aussetzender Vorgang, der beim Ein-
id Ausspannen der Werkstücke und beim Einrichten

ld 1. Karusselldrehbank mit 1 Reguliermotor für den Hauptantrieb
id 3 Hilfsmotoren für Schnellverstellungen (Nileswerke A.-G., Berlin.)

er Maschine für die Arbeitsvorgänge benutzt wird. ie Einschaltdauer des Schnellverstellgetriebes ist da- er im Verhältnis zur Arbeitszeit der Maschine sehr ge- ng und beträgt nur 0,5 bis 5 vH. Die Getriebe für die aschinelle Schnellverstellung, die von der Antriebs- elle der Werkzeugmaschine aus abgeleitet werden und t recht verwickelt zu den Supportspindeln führen, ufen daher 95 bis 99,5 vH der Arbeitszeit leer mit. Sie erbrauchen mithin dauernd Kraft und Schmiermittel nd unterliegen erheblichem Verschleiß. Dies kann ermieden werden, wenn man mittels entsprechender ilfsmotoren die Supportspindeln direkt antreibt. Die ilfsmotoren sind meistens viel billiger als die sonst ötigen Getriebe und verbrauchen nur Kraft, solange e Arbeit leisten. Am gebräuchlichsten sind Hilfs- otoren dieser Art bei Radialbohrmaschinen, Hobel- aschinen, Karusselldrehbänken usw., für das Auf- und bbewegen des Auslegers bzw. des Querbalkens.

Bei der Karusselldrehbank (Bild 1) sind diese ilfsmotoren auch für die Schnellverstellung der Werk- ugschlitten und für die Bewegung der Messerarme orgesehen. Die Hilfsmotoren sind rechts und links m Querbalken angebracht; sie werden durch einfache ontakte und einen magnetischen Umschalter gesteuert. ie Kontakte werden durch die Umschalthebel mitbe- itigt, so daß eine Griffzeit für das Ein- und Ausschal- n der Hilfsmotoren überhaupt entfällt.

Diese einfache Einbaumöglichkeit und der spar- ame Betrieb mit Hilfsmotoren für Schnell- oder Eil- ewegungen führten dazu, Schnellverstellungen auch ort vorzusehen, wo sie bisher nicht gebräuchlich waren .B. an den Werkzeugschlitten von Radsatzdrehbänken.

Die vier Werkzeughalter müssen für jeden abzu- rehenden Radsatz vor- und zurückbewegt werden. wei dieser Werkzeughalter befinden sich außerdem uf Kreuzschlitten und werden beim Drehen selbsttätig i der Längsrichtung der Bank vorgeschoben. Diese ewegung muß vor Bearbeitung eines neuen Radsatzes ieder rückgängig gemacht werden. Es sind also sechs chnellverstellungen nötig und dementsprechend, wie ild 2 an einer Radsatzdrehbank von W. Hegenscheidt .-G., Ratibor, zeigt, auch sechs Hilfsmotoren an den upporten vorgesehen. Die Hilfsmotoren sind ganz ge- chlossen und an Rädergetrieben angeflanscht, die ihrerseits ber Rutschkupplungen auf die Supportspindeln treiben.

Die vier Motoren für die Bewegung quer zur Achse erden durch einen Druckknopf „Vorwärts" und einen ruckknopf „Rückwärts" gleichzeitig eingeschaltet. eim Vorgehen wird die Bewegung selbsttätig kurz or Angriff der Stähle an das Werkstück unterbrochen, orauf die Spantiefe mittels Handrades eingestellt wird. Die beiden Hilfsmotoren für die Längsbewegung werden ebenfalls gemeinsam durch einen Druckknopf gesteuert, und zwar wird die Einschaltung der Rückbewegung vorgenommen, bevor die Schablonensupporte ihre Arbeit beendet haben. Nach Fertigdrehen des Radsatzes werden durch Drücken des Knopfes „Rückwärts" die Supporte in ihre Anfangsstellung gebracht, so daß das Aus- und Neueinspannen sofort erfolgen kann.

Ein siebenter Hilfsmotor dient zur Verstellung des Reitstockes zum Zwecke des Ein- und Ausspannens des Radsatzes. Dieser Motor wird ebenfalls durch Druckknöpfe gesteuert und stellt sich selbsttätig ab, sobald der Radsatz eingespannt ist.

Eine Verriegelung sorgt dafür, daß der Reitstock nur dann bewegt werden kann, wenn die Supporte zurückgezogen sind.

Der praktische Wert der beschriebenen Schnellverstellung der Supporte geht aus folgendem hervor:

Nach dem Einspannen eines Radsatzes sind an jedem der sechs Supporte ungefähr je 10 Kurbelumdrehungen bis zum Spanansetzen vorzunehmen, ebenso nach dem Fertigdrehen und Ausspannen des Radsatzes, das sind zusammen 120 Kurbelumdrehungen je Radsatz. Bei einer Durchschnittsleistung von täglich 20 Radsätzen sind dies 2400 Kurbelumdrehungen. Da die Supportschlitten in ihren Führungen zügig gehen müssen, so ist dies ein beträchtlicher Arbeitsaufwand. Der Dreher muß außerdem von einem Support zum anderen gehen, während er bei der beschriebenen Schnellverstellung die Schnellbewegungen aller Schlitten von seinem jeweiligen Bedienungsstand einleitet. Bei Handbetrieb kann man unter Berücksichtigung der Wege zu den einzelnen Spindeln und des Auf- und Absteckens der Kurbel kaum mit mehr als 30 Kurbelumdrehungen je Minute rechnen, mithin sind je Arbeitstag 80 Minuten für das Handverstellen der Schlitten nötig. Diese Zeit wird durch die Schnellverstelleinrichtung vollständig gespart. Die Arbeitsleistung des Bedienungsmannes ist außerdem durch den Fortfall des großen Arbeitsaufwandes für die Supportbewegung wesentlich gesteigert.

Der Hauptantrieb besteht aus einem Regulier-Motor von 25 kW Dauerleistung und verlustloser Nebenschlußregulierung im Verhältnis 1 : 3. Dieser Motor wird ebenfalls durch an allen Bedienungsstellen angeordnete Druckknöpfe eingeschaltet, in seiner Drehzahl reguliert ausgeschaltet und selbsttätig gebremst. Die eingestellte Drehzahl bleibt auch beim Abstellen be-

Bild 2. Wagenradsatzdrehbank mit 1 Reguliermotor und Druckknopfsteuerung für den Hauptantrieb und 7 Hilfsmotoren für Schnellverstellungen (W. Hegenscheidt A.-G., Ratibor).

stehen, so daß beim Wiederanlauf eine neue Drehzahleinstellung nicht nötig ist. Die Einstellung kann aber auch bei Stillstand des Motors geändert werden.

Fallhämmer mit unmittelbarem Dampfaufzug.

Mitteilung der Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort

Der neuzeitliche Maschinenbau, und insbesondere der Kraftwagenbau, hat das Bestreben, zwecks Gewichtsersparnis und zur Erhöhung der Betriebssicherheit die bisher aus Grauguß und Stahlguß gefertigten Teile durch solche aus hochwertigen Werkstoffen zu ersetzen, die nur im Gesenk wirtschaftlich hergestellt werden können, wenn große Mengen in Frage kommen. Für diese Arbeiten ist der gewöhnliche Dampfhammer unzureichend, da schon beim gewöhnlichen Dampfhammer die Kolbenstange den Teil darstellt, der am häufigsten zu Bruche geht. Die unausbleibliche und erfahrungsgemäße Folge ist, daß sie bei den außerordentlichen Kräften, die beim Gesenkschmieden zu entwickeln sind, um so schneller zerstört wird. Man hat sich bisher durch Einschaltung eines nachgiebigen Gliedes zwischen Bär und Aufzugvorrichtung, wie Brettern, Gurten und Seilen zu helfen gesucht, die aber nur notdürftige Aushilfsmittel sind, die dem übrigen Stand des heutigen Maschinenbaus keinesfalls entsprechen.

Der Eumuco Aktiengesellschaft für Maschinenbau in Schlebusch-Manfort ist es nun gelungen, einen Fallhammer Bauart Schneider-Urbanek zu schaffen, bei der mittels einer Kolbenstange der Bär unmittelbar vom Kolben eines Zylinders angehoben wird. Diese Kolbenstange ist durch eine hydraulische Kupplung mit dem Bär derart verbunden, daß bei Auftreffen des Obergesenks auf das Werkstück die lebendige Kraft von Kolben und Kolbenstange unabhängig von der Bewegung des Bärs auf einen gewissen Bremsweg vernichtet wird, der naturgemäß ganz verschieden ist von dem Wege, den das Obergesenk während der Verformarbeit am Werkstück zurücklegt. Hierdurch gelangen keinerlei Druck- und Knickbeanspruchungen in die Kolbenstange, die lediglich auf Zug für das angehängte Gewicht zu berechnen ist. Diese Bauart, die Frucht langjähriger Versuche und Betriebserfahrungen, beseitigt mit einem Schlage alle Übelstände, die den gewöhnlichen Dampfhämmern mit starr gekuppelter Kolbenstange beim Gesenkschmieden und andererseits den sog. Brettfallhämmern und ähnlichen Gebilden anhaften.

Die wachsende Größe der im Gesenk herzustellenden Teile, beispielsweise der in einer Hitze zu schmiedenden Vorderachsen für Kraftwagen, hat zu einer stetigen Zunahme der Fallgewichte und der Abmessungen der Fallhämmer geführt.

Der größte zur Zeit, zumindest auf dem europäischen Festlande, in Betrieb befindliche Fallhammer mit unmittelbarem Dampfaufzug ist der von vorgenanntem Unternehmen gebaute und in einem westfälischen Werk aufgestellte Hammer mit 15 Tonnen Bärgewicht, dessen achtunggebietenden Abmessungen schon allein aus dem Anblick [des] Lichtbildes auf dieser Seite hervorgehen. In der Zwisch[en]zeit ist diese Größe schon wieder durch Lieferungen [von] 18- und 20-t-Hämmern überboten. Zur näheren Ke[nn]zeichnung sei mitgeteilt, daß sein Hub 2200 mm und die Hö[he] über Flur rd. 9 m beträgt, während der Unterbau noch et[wa] 3 m unter Flur reicht. Die größte unterzubringende Gese[nk]länge ist 1800 mm. An Fallhämmern für Gesenkschmieden [ist] die genaue Führung des Bärs von besonderer Wichtigke[it;] sie wird durch außergewöhnliche Länge der Führun[gs]flächen erreicht, wie die Abbildung des Bärs erkennen lä[ßt].

Eine für die Hämmer der Eumuco A.-G. kennzei[ch]nende Eigentümlichkeit besteht in der Einschaltung [von] Federn zwischen Schabotte und Hammerständer, die ein[er]seits das Maß der in den letzteren gehenden Kräfte [be]grenzen und andererseits die gegenseitige Lage von Stä[n]der und Schabotte unverrückbar festhalten, was neben [der] einwandfreien Führung des Bärs für genaue Gese[nk]arbeiten unerläßlich ist.

Weitere bemerkenswerte bauliche Einzelheiten dien[en] der Sicherheit im Betrieb und der Bequemlichkeit [der] Handhabung. So wird beispielsweise der Bär am ober[en] Hubende durch Federn abgefangen und der Kolben dur[ch] das über ihm befindliche Luftpolster im Zylinder abgebrem[st,] damit er nicht an den Zylinderdeckel stößt. Das entlast[ete] Dampfauslaßventil bzw. Luftventil ist so bemessen, daß [bei] Öffnung keine Drosselung des Dampfes stattfindet und [der] Kolben mit angehängtem Bär praktisch frei herabfall[en] kann. Durch ein eigenartiges Schnüffelventil kann die L[uft] so schnell in den Zylinder über dem Kolben nachström[en,] daß der freie Fall nicht durch einen Unterdruck [be]hindert wird. Die Steuerung gestattet, den Bär währe[nd] des Falls in jeder beliebigen Höhe festzuhalten und i[hn] aus jeder Stellung wieder anzuheben.

Die dritte Abbildung veranschaulicht einige mit de[m] beschriebenen Fallhammer hergestellte Werkstüc[ke,] unter denen die in einem Arbeitsgang fertiggestell[te] Kraftwagenachse am bemerkenswertesten sein dürfte.

Mit dem neuen Fallhammer, der nunmehr auch sch[on] mit einem Bärgewicht von 20 t geliefert werden kann, [ist] der Industrie ein wertvolles Hilfsmittel zur Erhöhu[ng] ihrer Leistungsfähigkeit und zur Verbilligung ihrer E[r]zeugnisse an die Hand gegeben worden.

Verbesserung des Wirkungsgrades veralteter Turbinenanlagen.

Mitteilung der AEG.

Zu den Mitteln, welche die technischen Fortschritte unserer jüngsten Zeit der Industrie gegeben haben, um die Betriebsunkosten zu verringern und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmungen auf dem In- und Auslandmarkt zu steigern, gehört in erster Linie die verbilligte Erzeugung der elektrischen Energie durch Modernisierung bestehender Zentralen. Nicht immer steht flüssiges Kapital in dem Umfange zur Verfügung, daß eine gänzliche Neugestaltung des veralteten Kraftwerkes unter Beachtung aller neuzeitlichen Gesichtspunkte vorgenommen werden kann, daher müssen Wege beschritten werden, die diesem Ziele auch bei geringerer Anspannung der finanziellen Leistungsfähigkeit nahekommen. Bei Dampfturbinen-Zentralen besteht eines dieser Mittel im Umbau des Dampfteiles einer oder mehrerer veralteter Maschinen, so daß Stromerzeuger, Kondensatoren und Hilfsmaschinen und zum Teil auch Fundamente und Rohrleitungen in unveränderter Form weiterhin Verwendung finden können.

Bild 1. AEG-Kondensations-Turbine vor dem Umbau, 1000 kW.

Drei Arten sind es in der Hauptsache, in die Turbinenumbauten unterteilt werden können:

1. Umbauten infolge veränderter Frischdampf-Verhältnisse bei Aufstellung neuer Kessel,
2. Umbauten zwecks Verbesserung des Wirkungsgrades der veralteten Maschinen,
3. Umbauten wegen inzwischen eingetretener Änderung der Betriebsverhältnisse.

Handelt es sich um ein Werk, dessen Kessel mit einem Druck arbeiten, der nach den in der Dampftechnik inzwischen gewonnenen Erfahrungen weit unter dem wirtschaftlichen liegt, oder dessen Kessel infolge hohen Alters keine Gewähr mehr für längeren einwandfreien Betrieb geben, dürfte in den meisten Fällen ein Austausch des Dampfteiles und gleichzeitig der Kessel das gegebene sein. Sind die Kessel jedoch noch brauchbar, so genügt zur Erzielung einer größeren Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage ein Turbinenumbau. Nicht selten kann bei einem solchen Umbau auf die unter 3 angeführten veränderten Betriebsverhältnisse Rücksicht genommen werden; hierbei ergibt sich eine weitere Herabsetzung der Betriebskosten.

Diesen Gedankengängen Rechnung tragend, hat die AEG eine ganze Reihe derartiger Umbauten vorgenommen. Bild 1 zeigt den Schnitt einer 1000 kW-Kondensationsturbine, die in einer sächsischen Baumwollspinnerei in Betrieb war und durch die in Bild 2 wiedergegebene Turbine ersetzt worden ist. Um die Leistung des vorhandenen Generators bis auf 1200 kW zu steigern, wurde durch Phasenverschiebung der Netzfaktor erhöht; zur Aufbringung der erforderlichen Mehrleistung von 20 % setzte man die Dampfeintritts-Verhältnisse von 11,5 atü, 275 ° auf 16 atü, 375 ° herauf. Eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades der etwa 20 Jahre in Betrieb befindlichen Turbine konnte durch eine stärkere Unterteilung des verfügbaren Wärmegefälles erreicht werden; während die alte Maschine zwei Geschwindigkeitsräder besaß und daher seinerzeit zu einem verhältnismäßig niedrigen Preise erstellt werden konnte, besteht der Rotor der neuen Turbine aus einem zweikränzigen C-Rad und 11 Gleichdruckstufen. Die verringerten Stufengefälle bedingen ein günstigeres Verhältnis der Dampfgeschwindigkeiten zu den Umfangsgeschwindigkeiten und verkleinern den Anteil der inneren Verluste der Maschine. Nach Aufstellung des neuen Dampfteiles konnten trotz der Leistungserhöhung 29 % der Kesselanlage stillgelegt werden; die ganz erhebliche Dampfverbrauchs-Verbesserung geht hieraus ohne weiteres hervor.

Auf ähnliche Weise hat die AEG bei veralteten Gegendruck- und Anzapf-Turboanlagen den Dampfverbrauch verbessert. Teilweise ergab sich hierbei eine Ersparnis bis zu 30 %.

In diesem Zusammenhang sei auch ein Umbau zweier Turbinen erwähnt, der insofern charakteristisch ist, als bei den beiden geänderten Turbinen zum ersten Male diejenige Dampfschaltung vorgesehen worden ist, die später im Großkraftwerk Klingenberg Anwendung gefunden hat. Die genannten alten Turbinen, als Anzapfmaschinen ausgebildet, standen in einer Papierfabrik und waren beide von gleicher Ausführungsform; sie arbeiteten parallel und deckten je zur Hälfte den Bedarf des Werkes an elektrischer Leistung, Trocken- und Heizdampf. Die jetzige Maschinenanlage sieht folgendermaßen aus:

Der 2500 kW-Generator der ersten Maschine wird durch den Hochdruckteil einer zweigehäusigen 5000 kW-Anzapfturbine angetrieben; der HD-Teil ist ausgelegt für Betrieb mit Dampf von 14 atü und 350 ° Überhitzung Der zweite 2500 kW-Generator ist mit dem Niederdruckteil der neuen Turbine verbunden. Am Übergang des HD-Gehäuses zum ND-Gehäuse befindet sich eine regulierte Entnahmestelle. Um zu erreichen, daß die gesamte den HD-Zylinder durchströmende Dampfmenge zu Fabrikationszwecken herangezogen werden kann, richtete man den Abdampfteil abschaltbar ein; der HD-Teil läuft bei Abschaltung des zweiten Gehäuses als reine Gegendruckturbine. Außer den Stromerzeugern blieben Kesselanlage, Kondensatoren und Pumpen unverändert bestehen.

Daß durch eine Zweigehäusetype ein wirtschaftlicheres Arbeiten als durch zwei getrennt aufgestellte kleine Aggregate ermöglicht wird, bedarf keiner Begründung. Zahlenmäßig läßt sich bei dem beschriebenen Umbau die Verbesserung außerdem schwer ausdrücken, da der Hauptanteil des erzielten Gewinnes durch Anpassung der neuen Maschine an veränderte Betriebsverhältnisse erreicht wurde.

Bild 2. AEG-Kondensations-Turbine nach dem Umbau, 1200 kW.

Die kurzen Ausführungen weisen eindringlich auf ein Gebiet hin, das eine genügende Beachtung bisher noch nicht gefunden hat. Weder Art noch Größe des Dampfteiles spielen bei einem Umbau eine Rolle; die größte der bis jetzt von der AEG auf diese Weise ausgeführten Änderungen betrifft eine Leistung von 19 000 kW.

Neuzeitliche Schmiedemaschinen.

Mitteilung der Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort

Viele Gesenkschmiedestücke lassen sich mit der Schmiedemaschine wirtschaftlicher als unter dem Hammer oder unter der Presse herstellen, insbesondere wenn sie ein Abschmieden von der Stange gestatten und vor allem wenn beim Ausstauchen von Löchern der gewonnene Kern eine Verlängerung des verbleibenden Stangenmaterials darstellt. Es ist nicht selten, daß die Schmiedemaschine die Herstellungszeit und dementsprechend die Kosten um 30 bis 70 vH vermindert. Dazu kommt, daß die an sich einfachen Werkzeuge durch diesen Vorgang gegenüber den verwickelteren für Hämmer und Pressen sehr geschont werden und daß die Matrizen so hoch sind, daß sie auf jeder Seite die Unterbringung mehrerer Vorgänge, mitunter vier an der Zahl, zulassen.

Auf diesem Gebiete sind die Schmiedemaschinen der Eumuco A.-G. für Maschinenbau in Schlebusch-Manfort bei Köln a. Rh. von hervorragender Bedeutung. Diese unter dem Kennwort „Eumuco-Ajax" bekannten Maschinen werden nach dem patentierten Dreipunkt-System gebaut. Die Abbildung zeigt ihre allgemeine Anordnung. Gegenüber dem Zweipunkt-System bietet dasjenige der Eumuco A.-G. den Vorteil, daß die Matrizen nicht geräuschvoll zusammenprallen und infolgedessen den Werkstoff nur unsicher halten, sondern sich ruhig und allmählich schließen und unter allen Umständen das Stück unverrückbar festhalten. Die zum Schließen der Matrizen erforderliche Zeit nimmt nur einen geringen Teil der Hubbewegung in Anspruch, so daß diese zum größten Teil für den Stauchvorgang verfügbar bleibt.

Ein weiterer großer Vorteil des Dreipunkt-Systems ist darin begründet, daß der zum Schließen der Klemmbacken erforderliche Druck nicht einseitig auf den Stauchschlitten wirkt. Bei allen anderen Getrieben läßt es sich dagegen nicht vermeiden, daß der beträchtliche Seitendruck den Schlitten einseitig verschleißt, Zusammenpassen von Stempel und Matrize erheblich beeinträchtigt wird und so häufige Beschädigungen der Werkzeuge entstehen. Damit die Schmiedemaschine der genannten Bauart unbedingte Betriebssicherheit bietet, ist sie mit drei Sicherungen ausgerüstet. Zunächst ist die Pleuelstange mit einem Zerreißbolzen versehen. Dieser Teil bietet vollkommene Sicherheit gegen Bruch eines Hauptmaschinenteils, er ist in seiner Wirkung genau berechnet und ohne besondere Kosten und Zeitverluste auszuwechseln. Das Verhalten dieser Vorrichtung geht ohne weiteres aus den Abbildungen hervor.

Der Kurbelzapfen a ist mit dem Triebzapfen b durch die Pleuelstange verbunden, die aus den um einen gemeinsamen Zapfen e drehbaren Teilen c und d besteht. Dieser Zapfen liegt außerhalb der Verbindungslinie der Zapfen a und b. Die beiden Teile c und d sind durch de Bolzen f miteinander verschraubt. Wird die Kraft, d von Bolzen a auf Bolzen b übertragen werden soll, z groß, so suchen die Teile c und d in die Stellung zu gehe die im Lichtbild dargestellt ist, indem sie sich um de Zapfen e drehen. Dabei versuchen sie, den Bolzen f au einanderzureißen. Dieser Sicherheitsbolzen f wird so b messen, daß die von der Pleuelstange zu übertragen Kraft eine bestimmte Größe nicht überschreiten kan Der Umstand, daß Bolzen f auf Zug beansprucht wir daß er in seinem Durchmesser nicht größer gewählt we den kann, als die für ihn vorgesehene Nut gestattet, u daß er endlich von Anfang an aus härtestem Materi besteht, gibt die Gewähr, daß eine willkürliche Verstä kung dieser Sicherung seitens der Arbeiter nicht erfolge kann. Ferner ist in den Kniehebelgelenken ein zweite Zerreißbolzen eingebaut, der vor allen Dingen dan wirkt, wenn ein ungeeigneter Werkstoff verwendet wir Schließlich ist das eigentliche Schwungrad mit einer au der Welle verkeilten Muffe durch einen Abscherbolze gekuppelt.

Anordnung des Zerreißbolzens in der Pleuelstange unserer Horizontal-Schmiedemaschinen.

Die Horizontalschmiedemaschinen der Eumuco A.-G werden je nach dem Verwendungszweck mit fester ode beweglicher rechter Klemmbacke und beweglicher linke Klemmbacke, oder auch mit selbsttätiger Bewegung bei der Klemmbacken ausgeführt. Die beweglichen Klemm backen werden rechtwinklig zur Stößelbewegung in eine Horizontalschlitten geführt.

Die Maschinen mit fester rechter Klemmbacke sin für allgemeine Zwecke bestimmt; dagegen eignen sich di Maschinen mit beweglicher rechter Backe insbesonder für Schmiedestücke mit Bunden, die bei fester rechte Backe das Herausbringen des fertigen Stückes erschwere oder verhindern würden. Die rechte Backe wird dan von Hand mittels eines Zahnradgetriebes verschoben Während man auf jeder Schmiedemaschine der Bauar „Eumuco-Ajax" Flanschen und Muffen innerhalb gewisse Grenzen auf Rohre aufschweißen kann oder aufstauche kann, ist für eine Sonderherstellung die Maschine mi selbsttätiger Bewegung beider Klemmbacken anzu empfehlen.

In diesem Falle wird für die Flanschen ein Flach eisen und für die Muffen ein Rohrabschnitt von passen den Abmessungen auf das Rohrende aufgesteckt, das mi dem Bund bzw. dem Rohrabschnitt dann auf Schweißhitz zu bringen ist. Durch die Maschine werden die Rohr gleichzeitig gestaucht und geformt, wodurch die beiden Einzelteile innig miteinander verschweißt werden. Di gekennzeichnete Sonderausführung gestattet, das Roh nach beendeter Schweißung bequem und rasch aus de Maschine herauszunehmen.

Elektrokarren-Aufbauten.

Mitteilung der AEG.

Vielfach wird erst durch Anbringung besonderer ıfbauten die Verwendung von Elektrokarren möglich nacht, bzw. die Wirtschaftlichkeit in der Verwendung sentlich gesteigert.

Bei dem Fehlen von eingebauten Transportanlagen ernehmen Elektrokarren in zunehmendem Maße auch

l 1. Elektrokarren EKF 1502 mit Kippmulde und hydraulischer Kippvorrichtung.

ı Transport von Schüttgütern jeder Art, insbesondere n Kohlen, Erzen usw. In gleicher Weise, wie man bei ı Lastkraftwagen die Entladung zu beschleunigen chtet, hat die AEG auch für die Elektrokarren ıldenaufbauten mit einer mechanischen Kippvorrichıg für die schnellere Entladung entwickelt. Die Kipprrichtung mit einer Kippmöglichkeit nach den beiden ngsseiten wird hydraulisch betätigt; für diesen Zweck auf dem Boden des Führerstandes vor dem Sitz ı Beifahrers eine leicht zugängliche und bedienbare pumpe untergebracht. Der Handhebel ist abnehmbar d wird während der Fahrt seitlich am Führersitz geklemmt. Durch zwei Druckzylinder wird in beınnter Weise der Kasten soweit gekippt, daß ein Herrutschen aller vorkommenden Schüttgüter nach fnen der betreffenden Seitenklappe gewährleistet ist. ch der Entladung und dem Öffnen des Rücklaufventils ıt die Kippmulde selbsttätig in ihre Ruhelage und hrstellung zurück.

Während das in den Bildern 1 und 2 gezeigte Fahrıg ein solches mit Führersitz ist, kann der beschrieıe Aufbau natürlich auch auf dem normalen Elektrorren mit Führerstand angebracht werden. In diesem

l 2. Elektrokarren EKF 1502 mit Kippmulde und hydraulischer Kippvorrichtung, Mulde gekippt.

lle erfolgt die Unterbringung der Öldruckpumpe seith von dem Schaltschranke.

Zur Vermeidung der Staubbildung ist es unbedingt forderlich, während der warmen Jahreszeit die Fakhöfe, Fahrstraßen, Parkwege, Friedhofswege usw. sprengen. Während dies in den Hauptstraßen der ıdte durch Automobil- oder Straßenbahnsprengwagen folgt, fällt diese Aufgabe in Werkanlagen, Park- und Friedhofsanlagen sowie auch in engen Straßen kleinerer Städte vorzugsweise dem Elektrokarren zu.

Um eine entsprechende Sprengbreite zu erzielen, ist in der großen Mehrzahl eine Drucksprengung erforderlich. Einen entsprechenden Aufbau, der auf jeden normalen Elektrokarren ohne Ausführung irgendwelcher Montagearbeiten aufgesetzt werden kann, zeigen die Bilder 3 und 4. Der mit Querwänden zur Verhinderung von Schlingerbewegungen des Wassers versehene Behälter hat ein Fassungsvermögen von 1300 bis 1500 l und ist mit einem Dom versehen, der mittels Mannlochdeckels verschlossen wird. Die erforderlichen Apparate — Wasserstandsanzeiger, Vakuummesser — sind an dem Wasserbehälter angebracht; unterhalb des Behälters sind hinten die beiden von der Führerstand-Seite aus bedienbaren Brauseköpfe befestigt, durch deren entsprechende Einstellung eine Sprengbreite bis zu 10 oder 14 m erzielt werden kann. Unterhalb des Wasserbehälters ist der Motor mit Kompressor für die Erzeugung des Vakuums beim Ansaugen oder des Druckes beim Sprengen untergebracht. Falls die Füllung nicht durch Hydranten erfolgt, kann durch Herstellung eines Vakuums auch ein Ansaugen aus Brunnen, Wasserläufen, Teichen usw. für eine Saughöhe bis zu 4 m erfolgen. Ein Schlauch von 6 m Länge mit Storzkupplung, für den ein entsprechender Anschluß am Wasserbehälter vorhanden ist, wird mitgeliefert und kann ebenso wie die sonstigen Werkzeuge, Besen usw., unterhalb des Wasserbehälters mitgeführt werden; dieser Raum ist durch zu öffnende Klappen leicht zugängig.

Bild 3. Elektrokarren EK 1502 mit Sprengaufbau für Drucksprengung auf Fabrikhof.

Bild 4. Elektrokarren EK 1502 mit Sprengaufbau (Füllung erfolgt durch Ansaugen aus Brunnen).

In den Parkanlagen, auf Friedhöfen usw. kann der gleiche Elektrokarren auch das Reinigen der Wege übernehmen, zu diesem Zwecke ist das Anhängen einer Besenwalze, die zur Verwendung in Verbindung mit Elektrokarren besonders ausgebildet ist, ohne weiteres möglich.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ARMATUREN

für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE

ORIGINAL MSN AUFZÜGE

Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste Verwendungsmöglichkeit

Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

SCHINDLER 1874

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE

STAHL

Paternoster
Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

in moderner Ausführung mit Treibscheibe oder Seiltrommel sowie Feineinstellung selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie
Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C 19

BLECHWALZWERKE

Duo-, Trio-, Umkehr-Walzwerke für alle Metalle bis zu den größten Breiten.
Ueberhebevorrichtungen,
Rolltische,
Platten- und Stangengießformen.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPF-DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFDRUCKVERMINDERUNGSVENTILE

auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet, ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.

Robel & Co., München S 50

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser G. m. b. H. Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermes mit Schreib- und Zählwer autom. Druckberichtigung Elektr. Fernübertragung. Elektrische Rauchgasprüfe

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier- Summierungsapparate D.R. elektrische Fernübertragunge Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE-

DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend automatisch. Druckberücksichtig Stabe-Dampfmesser D.R.P. 385

In Hunderten von Ausführun geliefert für Dampfmaschin Dampfhämmer, Walzenzugmas nen, Fördermaschinen u. derg

Man verlange Referenzenliste

Feodor Stabe Apparatebauans
Berlin SO 26

PONDO-

DAMPFMESSER

mit automatischer Druckberücksichtigung D.R. elektr. Fern-Dampfzähler elektr. Fern-Dampfuhren Wärmezähler D. R. P.

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie

1879

Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

E

ELEKTRO-FLASCHENZ

Einf. Konstruktio
Vielseitigste Verwendungsmöglichkeit

Bamag Dessau

DEMAG ELEKTROZÜ

Bauart Demag, bis 10 t Tragkra Lager im In- u. Aus

Demag-Duisbur

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Ferntachometer.

Mitteilung der AEG.

Die Kenntnis der jeweiligen Betriebsdrehzahl ist ür viele Maschinen, besonders für Generatorsätze, von Wichtigkeit. Sie kann mittels mechanischer Tachometer, lie nach dem Fliehkraft- oder Resonanzprinzip arbeiten, gemessen werden. Diese Apparate haben jedoch den Nachteil, daß sie unmittelbar an die zu beobachtende Maschine angebaut oder zur Vermeidung von langen mechanischen Drehzahl-Übertragungsmitteln dicht bei ler Maschine aufgestellt werden müssen. Besonders für len elektrischen Betrieb ist es weitaus zweckmäßiger, lie Drehzahl ebenso wie die anderen Betriebs-Eigenchaften des Generators oder Motors unmittelbar an der Schalttafel ablesen zu können. Hierzu dienen die elekrischen Ferntachometer, die außerdem das Ablesen der Drehzahl an mehreren Punkten gleichzeitig gestatten. hr Hauptbestandteil ist ein kleiner Generator, der mit ler zu beobachtenden Welle schlupffrei gekuppelt ist, und dessen Spannung lediglich von der jeweiligen Umlrehungszahl abhängt. Diese wird durch direkt aneigende oder registrierende Voltmeter gemessen, deren Skalen nach Umdrehungen geeicht sind.

Bild 1. Schema.

Eine unbedingt zu fordernde Eigenschaft des Tachoneter-Generators ist, daß seine Spannung tatsächlich nur von der Umdrehungszahl allein abhängig, sein Feld also konstant ist. Dies läßt sich weder durch einache Fremderregung, noch durch permanente Stahlnagnete auf die Dauer erreichen. Das Feld des Tachoneter-Generators der AEG wird daher durch Überlagerung von zwei durch Gleichstrom fremderregten und einander entgegengerichteten Teilfeldern hergestellt (Bild 1 und 2), und zwar von einem hoch gesättigten Hauptfeld I und einem schwach gesättigten Kompensationsfeld II. Das Hauptfeld I wird von einer Spule hergestellt, die auf einem verhältnismäßig dünnen Eisenkern *e* angebracht ist und diesen stark übersättigt. Das Kompensationsfeld II wird durch zwei Spulen k_1 und k_2, lie mit der Hauptspule *h* in Serie liegen, erregt und verläuft durch schwach gesättigtes Eisen und durch mehrere Luftspalte. Es kann also durch eine praktisch geradinig von Null aus aufsteigende Linie dargestellt werden. hre Neigung gegen die Horizontale ist so gewählt, daß ie gleich ist der Neigung des jenseits des Knies liegenlen Teiles der Magnetisierungskurve des Hauptfeldes. Da beide Teilfelder im Anker einander entgegenwirken, bildet sich ein Differenzfeld aus, das mit beginnender Übersättigung des Hauptfeldes durch eine Parallele zur

Bild 2. Feldkurven.

Abszissenachse dargestellt werden kann, also konstant ist. Nach diesem Verfahren ist es möglich, ein wirksames Feld herzustellen, das bei Schwankungen der Erregerspannung bis zu ± 50 % konstant ist und bleibt. Diese Werte liegen weit jenseits der bei Ladung und Entladung einer Akkumulatoren-Batterie auftretenden Spannungsschwankungen. Die Hauptforderung, Konstanz des Magnetfeldes, ist hiermit erfüllt. Die erzeugte Spannung ist nur der Drehzahl proportional und ändert ihr Vorzeichen mit wechselnder Drehrichtung, so daß also auch die Drehzahl solcher Maschinen kontrolliert werden kann.

Bild 3. Umdrehungsfernzeiger-Generator.

Der Generator ist in ein wasserdichtes Gehäuse eingebaut. Besondere Sorgfalt ist auf sichere Stromabnahme am Kollektor verwendet worden. Dieser besteht aus gehärteten Stahllamellen, die keinerlei Abnutzung unterworfen sind. Die Stromabnahme erfolgt durch drei Paar Bürsten aus Bronzekohle, die unabhängig voneinander gefedert sind und im Betrieb einzeln ausgewechselt werden können. Der Anker läuft in fettgeschmierten Kugellagern, so daß eine Verölung des Kollektors ausgeschlossen ist.

Die Verwendung eines fremderregten Feldes von hoher Dichte führt ganz von selbst zu einer verhältnismäßig hohen Leistung des Generators bei geringen Abmessungen und geringem Gewicht. Aus dem gleichen Grunde ergibt sich auch ein geringer innerer Ankerwiderstand, so daß die Klemmenspannung bei Belastungsänderungen wenig verändert wird. Dies hat zur Folge, daß in Anlagen, wo mehrere Anzeigeinstrumente an einen Tachometer-Generator angeschlossen sind, beim Abschalten einzelner Anzeiger eine Rückwirkung auf die im Betrieb verbleibenden Instrumente praktisch nicht auftritt. Für langsam laufende Maschinen wird zwischen die Welle der Kraftmaschine und den Tachometer-Generator ein Zahnrad-Übersetzungsgetriebe eingeschaltet, das im Gehäuse des Generators selbst staubdicht untergebracht ist.

Bild 4. Umdrehungsfernzeiger-Generator. Vorgelege im Gehäuse. (Deckel abgenommen).

Bild 3 zeigt einen Tachometer-Generator für direkte Kupplung, Bild 4 einen solchen mit Getriebe, beide mit abgenommenem Deckel.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G.m.b.H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m.b.H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE

ORIGINAL MSN AUFZÜGE

Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

HH
Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

SCHINDLER 1874

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C 19

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Lufthämmer
Fallhämmer

EUMUCO
Aktiengesellschaft für Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMASCHINE

für normale und hohe Drück
Kondensations-
und Gegendruckmaschinen
Abdampf-
und Zwischendampfverwertu
Umbau veralteter Anlagen.
60jährige Erfahrung.
Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellsch
Sundwig, Kreis Iserlohn

DAMPFMESSER

anzeigend registrierend
zählend

ASKANIA

ASKANIA-WERKE
BAMBERGWERK
BERLIN FRIEDENAU
KAISERALLEE 87/88

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermess
mit Schreib- und Zählwer
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- u
Summierungsapparate D.R.
elektrische Fernübertragunge
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

STABE-
DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesse

anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberücksichtig
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 365

in Hunderten von Ausführun
geliefert für Dampfmaschi
Dampfhämmer, Walzenzugmas
nen, Fördermaschinen u. derg

Man verlange Referenzenliste
Feodor Stabe Apparatebauans
Berlin SO 26

PONDO-
DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D.R.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neuzeitliche Elektro-Schraubenradlüfter.

Mitteilung der AEG.

Der günstige Einfluß sauerstoffreicher, rauch- und aubfreier Luft auf den menschlichen Organismus ist ekannt; trotzdem bezeichnet man Lüftungsanlagen äufig als Luxuseinrichtungen, und schenkt ihnen noch icht genügend Beachtung. Man verläßt sich sogar bei äumen, in denen sich zeitweise viel Menschen aufhalten, oft lediglich auf die natürliche Lufterneuerung, die sich durch die Poren der Umfassungswände, sowie durch offene Fenster und Türen vollzieht. Der dadurch in der Stunde erzielte Luftwechsel kann jedoch auch in günstigen Fällen nur gering und für die Belüftung von Fabrikräumen, Hörsälen oder Büros selten ausreichend sein. Die Erfahrung at gezeigt, daß in gut besuchten Lokalen, in denen sehr ark geraucht wird, eine mindestens fünffache stündche Lufterneuerung unerläßlich ist; wird jedoch dauernd durchsichtige Luft verlangt, so ist ein 8- bis 10facher Vechsel nicht zu hoch gegriffen. Diese großen Luftengen kann man nur auf künstlichem Wege durch inbau von Ventilatoren fördern. Unter diesen eignet ich für die Raumbe- und -entlüftung, sofern nicht beondere Bedingungen vorliegen, in vorzüglichem Maße er Schraubenradlüfter, der sich, tritt der Elektromotor s bestes und billigstes Antriebsmittel hinzu, durch rößte Einfachheit und Betriebssichereit auszeichnet.

Bild 1. Wandringventilator mit Irisverschluß.

Die von der AEG zur Lieferung kommenden Schraunrad-Ventilatoren vereinen gefälliges Aussehen und roße Billigkeit mit größtmöglicher Luftleistung bei gengem Leistungsverbrauch. Für kleinere Räume und m unmittelbaren Einbau in Fenster oder Wänden sind andring-Ventilatoren nach Bild 1 zu empfehlen; sie erden mit Flügelrad-Durchmessern von 300 und 400 mm liefert und haben Irisverschlüsse, die durch gleichäßiges Abschließen der Durchgangsöffnung die beste echanische Mengen-Regelungeinrichtung darstellen. Bei oßen Räumen und in allen Fällen, wo die Be- und ıtlüftung durch genügend bemessene Kanäle erfolgen ll, finden Schraubenradlüfter nach Bild 2 und 3 Verwendung. Sie werden bis zu den größten Durchmessern für die denkbar höchsten Luftmengen gebaut und sind vor allem auch zur Überwindung von Widerständen geeignet, die durch Windanfall und Reibungsverluste in den Kanälen entstehen. Dieses Ergebnis wird durch ein besonders konstruiertes Flügelrad erzielt, wie es in Bild 2 ersichtlich ist. Die Erfahrung lehrte, daß nur eine geringe Fächerzahl, die den Bedingungen der Strömungstechnik entsprechen, die maximale Leistung bei günstigstem Wirkungsgrad ergeben. Auf einer zylindrischen Nabe von großem Durchmesser sind hier im Gegensatz zu anderen Konstruktionen nur fünf mit starker Steigung schraubenförmig angeordnete Flügel so befestigt, daß in beiden Drehrichtungen volle Förderung gewährleistet ist. Der Ventilator kann also durch einen einfachen Umschalter für saugenden oder drückenden Betrieb Verwendung finden. Die gewählte Motortragkonstruktion gestattet die Verwendung normaler Motoren, ohne den Luftdurchgang nennenswert zu behindern.

Bild 2. Meteor-Schraubenradlüfter für direkte Kupplung.

Bild 3. Mantelgekühlter Drehstrommotor Type VDNM.

Als Antriebsmotoren werden neuzeitliche Gleich- und Drehstrommotoren verwendet. Die jahrelangen Sondererfahrungen der AEG im Kleinmotorenbau führten hier zu einfachen, zweckmäßigen Bauarten bei kleinsten Außenmaßen, und die Verwendung nur hochwertiger Baustoffe sichert trotz des geringen Gewichtes eine lange Betriebsdauer. Je nach Art des Betriebes werden die Maschinen offen oder geschlossen mit Ringschmier- oder Kugellagern ausgeführt. Für sehr staubige Räume und größere Einheiten werden die Schraubenradlüfter mit mantelgekühlten Motoren der Type VDNM (Bild 3) geliefert, da hier die Außenluft überhaupt nicht mit dem Motorinnern in Berührung kommt. Bei Absaugung explosibler Gasgemische (Benzinräume) kann der Motor ohne weiteres den Schlagwetter-Vorschriften des VDE angepaßt werden. Bild 4 zeigt den Schraubenradlüfter für Riemenantrieb, der hauptsächlich dann in Frage kommt, wenn die Motordrehzahl zur günstigsten Lüfterdrehzahl nicht paßt oder wenn der Motor dem direkten Luftstrom nicht ausgesetzt werden darf. Neben diesen gebräuchlichen Formen wird der Lüfter auch für Sonderzwecke entsprechend ausgebildet. Es empfiehlt sich daher stets, Anfragen durch zeichnerische Unterlagen der örtlichen Verhältnisse zu erläutern, damit von vornherein die zweckmäßigste Größe und Form des Lüfters gewählt wird.

Bild 4. Meteor-Schraubenradlüfter für Riemenantrieb.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neuere Kreiselverdichter.

Mitteilung der AEG.

Die große Ähnlichkeit zwischen Dampfturbinen ınd Kreiselverdichtern in Berechnung, Bau und Betrieb eranlaßte die AEG schon frühzeitig, ihrer Dampfturinenfabrik einen Turbokompressorenbau anzugliedern, em die dort gesammelten Erfahrungen in vollem Maße ugute kamen. Da außerdem als Antriebsmaschinen ür Turbokompressoren ausschließlich Dampfturbinen nd Elektromotoren in Betracht kommen — beides Mahinen, deren Herstellung zu den wichtigsten Arbeits-

Bild 1. Turbokompressor mit Gehäusekühlung und elektrischem ıntrieb auf dem Prüfstand (Q = 12000 m³/h; 6,0 atü; n = 1485/5300 U/min).

ebieten der AEG gehört —, so konnte den AEG-Komressoren-Anlagen von vornherein ein organischer, gechlossener Aufbau gegeben und größte Wirtschaftlicheit bei unbegrenzter Leistungsfähigkeit und Lebensauer erreicht werden.

Auf Grund der im Dampfturbinenbau gemachten Erfahrungen werden auch für die Kreisel-Verdichter niedrige Geschwindigkeiten des zu verdichtenden Gases ngestrebt. Wie bei Turbinen erweisen sich auch hier öhere Drehzahlen als besonders vorteilhaft, indem sie icht nur in thermodynamischer Hinsicht günstig sind, ondern gleichzeitig Stufenzahl, Baulänge und damit Gewicht und Preis des Kompressors verkleinern. Beim Antrieb durch Dampfturbinen liegen die Verhältnisse m günstigsten, da hohe Drehzahlen beiden Maschinen, em Kompressor sowohl wie der Dampfturbine, am hesten entsprechen. Unmittelbare Kupplung ist also, enn keine besonderen Gründe vorliegen, die Regel. chwieriger war es zunächst, Elektromotoren mit urbokompressoren so zu verbinden, daß der Gesamtirkungsgrad sein Optimum erreicht. Seit aber Zahnad-Vorgelege in bestriebsicherster Ausführung hergeellt und verwendet werden, bot es keine Schwierigeit mehr, die bestenfalls höchste Elektromotoren-Drehahl von 3000 U/min mit Hilfe von Zahnrad-Vorgelegen eliebig ins Schnelle zu übersetzen.

Ein von der AEG kürzlich abgelieferter und nachtehend kurz beschriebener Elektrokompressor ist in nancherlei Hinsicht bemerkenswert. Seine Förderung beirägt etwa 12 000 m³ Luft in der Stunde auf 6,0 atü bei iner Drehzahl von 5300 U/min. Zwischen dem mit 485 U/min laufenden Motor und dem Kompressor ist eine ahnrad-Übersetzung der üblichen AEG-Bauart mit oppelter Schrägverzahnung eingeschaltet. Der Komressor ist mit reiner Gehäusekühlung ausgestattet und esteht aus zwölf Stufen.

Eine wesentliche Neuerung stellt der Aufbau des ehäuses dar. Es besteht aus zwei Deckeln, die gleicheitig die Anschluß-Stutzen für die Luftleitungen ragen, und elf dazwischen angeordneten Gehäusezellen, ie durch eine größere Zahl kräftiger Ankerbolzen axial usammengehalten werden. Die einzelnen Zellen sind mit Diffusor- und Umkehrschaufeln versehen, die durch ihre ormgebung eine gute Druckumsetzung gewährleisten. Einen gemeinsamen Mantel hat das Gehäuse nicht; jede einzelne Zelle schließt unmittelbar und luftdicht an die Nachbarzellen an. Man erreicht damit, daß große Gußstücke ganz vermieden sind und eine gewisse Reihenfertigung der in ihren äußeren Abmessungen vollkommen gleichen Zellen stattfinden kann. Das Kühlwasser tritt unten am Kompressor durch fünf einzelne, absperr- und regelbare Rohrstutzen in das Gehäuse ein, durchfließt die einzelnen Zellen, durch Rippen mehrfach umgeleitet, und strömt oben durch ein gemeinsames Sammel- und Abflußrohr ab.

Der erste Kompressor dieser Bauart wurde im Prüffeld der AEG-Turbinenfabrik einem eingehenden Probebetrieb unterzogen, der die Erwartungen in jeder Beziehung rechtfertigte. Bild 1 stellt den Kompressor mit seinem Antriebsmotor auf dem Prüfstand dar. Nach der endgültigen Aufstellung gibt eine Glanzblech-Verkleidung der Maschine ein sehr gefälliges Aussehen.

Für große Saugleistungen verwendet die AEG grundsätzlich Zwischenkühlung; in dieser Bauart haben sich ihre meist von Frischdampf-, Frischdampf-Abdampf- oder auch reinen Abdampfturbinen getriebenen Kompressoren überall bestens eingeführt.

Sind niedrigere Enddrücke des verdichteten Gases verlangt, so genügen eine geringere Stufenzahl und kleinere Umfangs-Geschwindigkeiten, der grundsätzliche Aufbau bleibt jedoch der gleiche. Derartige Gebläse, deren Enddruck bis zu etwa 3 atü betragen und deren Antrieb wie der von Kompressoren mittel- oder unmittelbar durch eine Turbine oder einen Elektromotor erfolgen kann, werden in großer Zahl in Brennereien, Hochofenbetrieben, Kokereien, Gasanstalten und chemischen Fabriken gebraucht, finden aber neuerdings auch bei Dieselmotoren als Spülluft- oder Aufladegebläse vielfach Verwendung. So zeigt Bild 2 einen aus einem Elektromotor mit einem Gebläse bestehenden Maschinensatz im geöffneten Zustande, wie er für kleinere Luftmengen oder einfach wirkende Ölmaschinen hergestellt wird. Das Gebläse ist zweiseitig saugend, der Gehäuse-Unterteil besteht mit der Grundplatte für den Motor aus einem ungeteilten Gußstück.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß auch im Turbo-Kompressorenbau der letzten Jahre das

Bild 2. Turbogebläse mit Elektromotor geöffnet.

Streben nach hochwirtschaftlichen, doch in jeder Beziehung betriebsicheren Maschinen zu konstruktiven und betrieblichen Verbesserungen wie zu neuen Vorschlägen und Anwendungsgebieten geführt hat. In allen Fällen haben sich die AEG-Kompressoren und -Gebläse, gleichgültig, ob durch Turbinen oder Elektromotoren angetrieben, bestens bewährt.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE

ORIGINAL MSN AUFZÜGE

Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE
Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER 1874

AUFZÜGE
jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge
150—5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

AUFZÜGE
in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAHL
gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BRUNNENBAU
Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPF-DRUCKVERMINDERUNGSVENTILE
auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet, ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFHÄMMER
„EUMUCO"
Lufthämmer
Fallhämmer

EUMUCO
Aktiengesellschaft für Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER
Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D. R. P., elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE-
DAMPFMESSER
Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 32[illegible]
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 2[illegible]
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-
DAMPFMESSER
mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN
für die Industrie

1879

Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

E

DEMAG ELEKTROZÜG[E]
Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft,
Lager im In- u. Ausla[nd]
Demag-Duisburg

F

FABRIK-ANLAGEN
für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-,
Trocken-, Verdampf-Apparate

SAG

G. Sauerbrey Maschinenfabrik,
Aktiengesellschaft-Staßfurt

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Der Ranarex-Apparat als SO_2-Messer in der Zellstoffindustrie.

Mitteilung der AEG.

Überwachung der Röstgas-Herstellung. Die in der llstoff-Fabrikation verwendeten SO_2-Gase werden in hwefelkies-Röstöfen erzeugt, ohne daß bisher eine rksame Überwachung des Ofenbetriebes durchgeführt rden konnte. Die Bedeutung einer ständigen Messung d Registrierung des SO_2-Gehaltes der Röstgase zeigt h besonders bei der Aufbereitung der Bisulfit- oder ırmlauge, von deren Art und Konzentration die Dauer r Kochung zur Aufschließung der Holzfaser beeinßt wird. Die Bereitung der Lauge erfolgt in Laugenmen, die mit Marmorkalksteinen gefüllt sind. Das s dem Ofen kommende und gereinigte Schwefel-Dioxyds wird von unten Absorptions-Türmen zugeführt, in nen Wasser herabrieselt; das aufsteigende Schwefeloxydgas kommt in den Türmen zur Lösung und es det sich in den darunter befindlichen Behältern Bisullauge, die den Kochern zugeführt wird. Die Menge d Konzentration der Lauge hängt ab von der Menge d dem SO_2-Gehalt der Röstgase, von dem Aufschütten r Kalksteine und von der Einstellung der Wasserzuhr. Die Regelung und nstellung dieser Vorgänge geschieht durch drei verschiedenen Stellen ige Bedienungsleute, die ihren Funktionen schwer erwacht werden können. ne Kontrolle der Launaufbereitungs - Anlage olgt bisher nur mittels nzentrationsproben der uge durch den Meister. ırch eine laufende Messung der Röstgase kann n Ofenbetrieb mit güngstem und ziemlich konntem SO_2-Gehalt ereicht werden, so daß auch e Einregelung der Wasr- und Kalkzufuhr zu n Laugentürmen eindeug für die gewünschte ugenkonzentration erlgen kann.

SO_2-Messung. Die laufende Messung von SO_2-halen Gasen ist schon vereinzelt dort durchgeführt worn, wo diese Gase gereinigt und trocken zur Verfügung hen. Eine derartige Messung kommt indessen bei der stgas-Herstellung in der Zellstoff-Industrie nicht in age, weil in diesen Betrieben die Röstgase bei ihrem ıstritt aus jedem Ofen gemessen werden müssen und ht hinter der für mehrere Öfen gemeinsamen Reinigsanlage. Die im Austrittskanal des Ofens entmmenen Meßgase sind daher stark verunreinigt und sserdampfhaltig; der Meßapparat muß also vor Vermutzung und Einwirkungen von schwefliger Säure schützt werden. Versuche, die von der AEG mit dem n a r e x - A p p a r a t zu diesem Zweck unternomn wurden, haben zu einem Erfolg geführt, es ist erstlig gelungen, eine laufende Messung und Registrieng des SO_2-Gehaltes der ungereinigten Abgase von stöfen durchzuführen.

Ranarex-Röstgasprüfer. Der Apparat wird dadurch r Angriff geschützt, daß die in der Zuführungsleitung gekühlten Gase in den Meßkammern des Ranarexparates durch eine elektrische Heizvorrichtung auf e Temperatur von 60 °C gebracht werden. Durch se einfache Maßnahme wird der in dem Meßgase entltene Wasserdampf überhitzt, so daß eine Kondention des Wasserdampfes und damit die Bildung von ıwefliger Säure ausgeschlossen ist. Die Heizvorrichg besteht aus flachen, elektrischen Widerständen, die ben den Ventilatoren eingebaut sind und nur wenig atz beanspruchen. Zum weiteren Schutz gegen Anssungen werden alle mit den Röstgasen in Verbindung kommenden Teile des Apparates verbleit.

Arbeitsweise. In der gleichen Weise wie der als uchgasprüfer in Kesselhäusern bekannte Ranarex-Apparat benutzt dieser SO_2-Messer die Dichteänderung der Röstgase zur Anzeige. In den beiden Kammern des Apparates versetzen zwei von einem Motor in entgegengesetzter Richtung angetriebene Flügelräder den Kammerinhalt in wirbelnde Bewegung. In diese Wirbel hineingesetzte Meßrädchen erfahren eine Drehkraft, die dem spezifischen Gewicht des umwirbelten Gases direkt proportional ist und auf einen Zeiger übertragen wird. Das zu untersuchende Röstgas wird in die obere Meßkammer eingesaugt, während sich in der unteren Kammer die Vergleichsluft befindet. Da der mittlere SO_2-Gehalt der Gase bei richtig geführtem Ofenbetrieb 10 bis 11 vH beträgt, wird die etwa 300 mm lange, gut sichtbare Skala für den Bereich von 0 bis 15 vH SO_2 ausgebildet.

Ergebnisse der SO_2-Messung durch einen in einer norddeutschen Papier- und Zellstoff-Fabrik eingebauten Ranarex-Apparat zeigten klar die Mängel in der bisherigen Bedienung der Schwefelkies-Röstöfen. Bisher erfolgte die Aufgabe des Röstgutes auf die Öfen etwa alle zwei Stunden. Durch diese langen Zeitabstände entstand eine zu große Schütthöhe, was eine ungenügende Vortrocknung und zu hohen Feuchtigkeitsgehalt des Röstgutes zur Folge hatte. Zur Unterhaltung des Brennprozesses war daher ein größerer Luftüberschuß notwendig als bei einer in kleineren Abständen erfolgten Aufschüttung. Wie der gestrichelte Kurvenzug der Abbildung zeigt, schwankte der SO_2-Gehalt bei dieser Betriebsweise von 5 bis 12 vH. Nachdem auf Grund der Anzeige des Ranarex-Apparates die Zuführung des Röstgutes in Zeitabständen von etwa 1 Stunde erfolgt war, stieg der mittlere SO_2-Gehalt von 8 auf 11 vH und konnte entsprechend der ausgezogenen Kurve ziemlich konstant gehalten werden. Durch die Registrierung der Meßergebnisse war es ferner möglich, die Häufigkeit des Aufschüttens auch während der Nachtstunden auf das beste zu überwachen und im Gegensatz zum früheren Betrieb dauernd den günstigsten Konzentrationsgrad der Turmlauge einzuhalten.

SO_2 vH — 0 2 4 6 8 10 12 14; 0 1 2 3 4 5 6; AEG K 7039

– – – – SO_2-Gehalt der Röstgase ohne Kontrolle durch Ranarex-Apparat.
——— SO_2-Gehalt der Röstgase bei Kontrolle durch Ranarex-Apparat.

Die laufende Kontrolle der Röstgase auf geringen Luftüberschuß hält außerdem die für die Kochung schädliche Luft aus der Lauge fern und vermindert gleichzeitig die unerwünschte Bildung von SO_3-Gasen. Jede Änderung in der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Röstgases kann nach der SO_2-Anzeige durch richtige Einstellung der Luftzufuhr zum Röstofen berücksichtigt werden.

Die Entnahme der Röstgase erfolgt aus dem Abzugkanal dicht hinter dem Ofen durch ein Carborundum-Filter. Das Filter wird direkt in den Kanal eingebaut und hat sich besonders gut für die Entnahme bei den hohen Temperaturen von 500 bis 550 °C der Röstgase bewährt. Die Gase gelangen also von Flugasche befreit in die aus Bleirohren bestehenden Zuleitungen zum Apparat; auf diesem Wege finden sie Gelegenheit zur Abkühlung und Kondensation des mitgeführten Wasserdampfes.

Zur wirksamen Überwachung einer Anlage mit mehreren Röstöfen muß man jeden einzelnen Ofen mit einem Ranarex-SO_2-Messer versehen. Die Messung der zusammengeführten Gase aus mehreren Öfen durch einen Apparat gibt keinen Anhalt dafür, an welchem Ofen gegebenenfalls die Luftzufuhr geändert werden muß; nur die SO_2-Messung an jedem einzelnen Ofen sichert eine wirtschaftliche Betriebsführung.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane
ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE
ORIGINAL MSN AUFZÜGE
Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE
Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste Verwendungsmöglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren
CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE
für Personen, Lasten, Speisen, Akten
Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge
Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut
Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE
SCHINDLER 1874
jeder Art und Größe
Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art
Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOWERKZEUGE
F.D. Weltmarke
Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik.

B

BANDSTAHL
gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BIEGSAME WELLEN
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU
Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPF-DRUCKVERMINDERER
Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER
Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

KREUSER-DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermesser mit Schreib- und Zählwerk, autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER
Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier-, Summierungsapparate D. R. elektrische Fernübertragung
Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE-DAMPFMESSER
Preßluft- und Wassermess
anzeigend und registrierend automatisch. Druckberücksichti
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 36
in Hunderten von Ausführu geliefert für Dampfmasch Dampfhämmer, Walzenzugma nen, Fördermaschinen u. de
Man verlange Referenzenliste
Feodor Stabe Apparatebauan
Berlin SO 26

PONDO-DAMPFMESSER
mit automatischer Druckberücksichtigung D.R
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN
für die Industrie
1879
Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

E

ELEKTRO FLASCHENZ
Einf. Konstrukti
Vielseitigste Verwendungsmöglichkeit
Bamag Dessau

DEMAG ELEKTROZÜ
Bauart Demag
bis 10 t Tragkra
Lager im In- u. Au
Demag-Duisbu

ENTÖLER
F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straß
Maschinenfabrik u. Eisengieß
in Pulsnitz i. Sa.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Die Metallerzeugnisse der AEG.

Mitteilung der AEG.

In Erkenntnis der großen Bedeutung der Werk-
offe für die Qualität der Fertigprodukte hat sich die
EG schon zeitig der Herstellung und Veredelung
eler Rohstoffe zugewandt. Bereits 1898 wurde dem
EG-Kabelwerk Oberspree ein Kupferwalzwerk ange-
iedert. In dem Kupferwalzwerk und dem Messing-
erk wird heute mehr als ein Fünftel der deutschen
upfererzeugung und -einfuhr aufgenommen.

Das Metallwerk der AEG liefert vor allem Kupfer-,
essing-, Bronze- und Aluminium-Fabrikate in Form
n Drähten, Stangen, Rohren, Blechen und Bändern, ge-
alzt oder gepreßt, sowie Preßteile und Formguß*).

Als haupt-
chlichster Roh-
off wird Kupfer
rarbeitet, das
e AEG aus-
hließlich als
stes und rein-
es Elektrolyt-
ıpfer verwen-
t. Die Reinheit
s Kupfers ist
sschlaggebend
r die Leitfähig-
it, auf der sich
uptsächlich die
rwendung von
ıpfer in der
lektrotechnik
ündet. Deshalb
rd auf die Über-
ıchung und Ver-
beitung des ein-
henden Roh-
offes, der haupt-
chlich von den
oßen amerika-
schen Hütten-
rken in Barren
VireBars) bezo-
n wird, größter
ert gelegt. Die
emische Ana-
se wird hierbei
rch alle Hilfsmittel der Metallographie ergänzt.

Für die Weiterverarbeitung des Kup-
rs zu Oberleitungsdrähten für elektrische Bahn-
lagen ist die AEG im Besitze einer besonders großen
d schweren, konstruktiv interessanten Ziehbank. Sie
nn deshalb Fahrdrähte (Trolley-Drähte) von
sonders großen Längen bis zu 2000 m in einem Stück
ne Lötung herstellen. Der große Vorteil dieser
ähte ist, daß die Herstellung von Lötverbindungen
der Oberleitung dadurch auf eine Mindestzahl be-
ıränkt wird. Kupferdrähte von nur 0,02 mm Durch-
sser, die viel feiner sind als ein menschliches Haar,
rden für elektrische Spulen und Leitungsschnüre
rwendet.

Eine besondere Form der Kupferleitungen sind die
ohlseile eigener Konstruktion (DRP 416 027
d 448 422). Sie sind aus dem Bestreben heraus ent-
nden, für hohe Spannungen, z. B. 220 kV, eine Seil-
m zu finden, bei der die Korona-Verluste, die bei
sen Spannungen hoch sind, auf ein Mindestmaß her-
gedrückt werden. Gleichzeitig werden hohe Anfor-
rungen an die mechanische Festigkeit eines solchen
iles gestellt.

Kupferdrähte und -stangen werden auch für nicht-
ktrische Zwecke vielfach verwendet. Kupfer-
inndrähte werden von den Klavierfabriken für
Umspinnen der tieferen Saiten benötigt. Auch
hbolzenkupfer liefert die AEG in Form von runden
ıpferstangen. Hier konnte in enger Zusam-
narbeit mit der AEG-Lokomotivfabrik die inter-
ante Frage der Verfestigung der Stehbolzen
rch Verdrehung beim Einschrauben geklärt werden.

Kupferrohre großen Durchmessers finden
rwendung in chemischen Fabriken, Rohre kleineren
rchmessers werden im Maschinen- und Autobau für
eitungen in großem Umfange benötigt.

Messing ist neben Kupfer ein Werkstoff, der in großen Mengen in der Elektrotechnik und im Maschinenbau gebraucht wird. Die aus Messinglegierungen hergestellten Kondensatorrohre für Dampfturbinen-Anlagen verdienen Erwähnung, weil sich hier zum ersten Male die besonderen Schwierigkeiten aller Korrosionsfragen bei Metallen bemerkbar gemacht haben. Die AEG ist durch besondere Vorbereitungen bei der Herstellung in der Lage, die Unreinheiten beim Gießen zu vermeiden, und damit eine häufige Gefahrenquelle für die Lebensdauer der Rohre zu beseitigen. Das ganze Gebiet der Korrosion an Kondensatorrohren ist von der AEG eingehend bearbeitet worden, wobei diese einen besonderen Vorteil darin hatte, daß sie nicht nur die Kondensatorrohre herstellte, sondern auch als Erbauerin von Land- und Schiffsturbinen-Anlagen die weitere Lebensgeschichte der Rohre im Betrieb verfolgen konnte. Die hierbei entstandenen Sammlungen von Korrosionsbeispielen haben manches zur Klärung der Streitfragen auf diesem Gebiete beigetragen.

Mechanisches Laboratorium im Kabelwerk Oberspree.

Eine weitere wichtige Abteilung des Metallwerks ist das Messingpreßwerk. Schon 1901 ging die AEG zu der Verarbeitung von Messing zu Preßteilen über und hat diesen seitdem weite Anwendungsgebiete, z. B. im Armaturenbau, in der Elektrotechnik, als Normteil im Lokomotivbau, im Autobau (Achsbuchsen, Handgriffe u. a.) erschlossen. Von der Bedeutung des Preßwerkes gibt vielleicht die Tatsache ein Bild, daß trotz gut durchdachter weitgehender Normung heute noch gegen 10 000 verschiedene Preßformen vorhanden sind

Ein bedeutender Zweig des Formgusses des Metallwerkes ist der Aluminiumguß. Die AEG besitzt Einrichtungen sowohl für Sand- als auch Kokillen- und Spritzguß. Besonders drei Leichtmetall-Legierungen werden für den Automobilbau und den Bau von Staubsaugern u. ä. als Guß verwendet: Die deutsche Legierung (von den Metallwerken Oberspree der AEG unter der Markenbezeichnung „Nickelstahl-Aluminium" mit Erfolg eingeführt), Silumin und Elektron.

Aluminum läßt sich auch kneten und pressen. Diese Eigenschaften gestatteten die Ausbildung von Freileitungs-Armaturen, bei denen die Gewichtsersparnis eine Rolle spielt, für Aluminium-Hohlseile. Bei diesen wird die mechanische Festigkeit durch einen Stahlkern erhöht.

Die bekannte Güte der Metall-Erzeugnisse der AEG ist nur dadurch erzielbar, daß die Fabrikation nach den modernsten Grundsätzen aufgebaut ist und alle in Frage kommenden neuen Maschinen und Apparate in den Dienst der Fabrikation gestellt werden. So hat das Metallwerk z. B. eine Reihe von Ajax-Wyatt-Schmelzöfen, deren elektrische Ausrüstung die AEG selbst liefert, sowie zum Drahtglühen einen besonders leistungsfähigen Kennworthy-Ofen.

Für die Prüfung der von ihr hergestellten Metallerzeugnisse verfügt die AEG über mehrere Laboratorien. Einen Teil des mechanischen Laboratoriums zeigt das Bild.

*) Anfragen sind zu richten an die AEG-Metallwerke Oberspree, Berlin W 56, Taubenstraße 21.

Normalspurige 1 D 1-Heißdampf-Tenderlokomotiven für Nebenbahnen.

Mitteilung der AEG.

Die AEG hat in ihren Lokomotivwerkstätten eine neue Lokomotivtype für Nebenbahnen entwickelt und kürzlich zur Ablieferung gebracht. Die Maschine ist bestimmt zur Beförderung schwerer Personenzüge und gemischter Züge, sowie auch Güterzüge auf Nebenbahnen mit starkem Verkehr.

1 D 1-Heißdampf-Tenderlokomotive.

Die im Bild dargestellte Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen:

Spurweite	1435 mm
Zylinder-Dmr	575 „
Kolbenhub	630 „
Treibrad-Dmr.	1350 „
fester Achsstand	4500 „
gesamter Achsstand	9300 „
Dampfüberdruck	14 kg/cm²
Rostfläche	2,52 m²
feuerberührte Verdampfungsheizfläche	128 m²
Überhitzerheizfläche	48,5 m²
Leergewicht ca.	70 000 kg
Dienstgewicht ca.	89 000 „
Reibungsgewicht ca.	63 000 „
Wasservorrat	10 m³
Kohlenvorrat	2,6 t
gesamte Länge über Puffer	13 462 mm
größte Geschwindigkeit	65 km/Std.
kleinster Krümmungshalbmesser	180 m

Die Lokomotive ist eine 1 D 1-Tenderlokomotive und ist als Heißdampflokomotive ausgeführt. Der Kessel hat die im Lokomotivbau übliche Form; er besteht aus dem Stehkessel mit kupferner Feuerbuchse, welcher über dem Rahmen stehend angeordnet ist, dem Langkessel und der Rauchkammer. Die Feuerbuchse und die im Gewinde dichten nach dem AEG-Verfahren hergestellten Stehbolzen sind aus Kupfer. Die Seitenwände des Stehkessels sind senkrecht herabgezogen, ebenso die Hinterwand.

Der Langkessel besteht aus 2 zylindrischen Schüssen von 1500 bzw. 1529 mm Durchmesser. Derselbe enthält 127 Heizrohre von 39,5/44,5 mm Durchmesser und 24 Rauchrohre von 125/133 mm Durchmesser, bei einer Länge zwischen den Rohrwänden von 4700 mm. Die Rauchrohre nehmen den Überhitzer, Bauart Schmidt, auf. Auf dem ersten Schuß des Langkessels befindet sich vorn ein Winkelrost-Schlammabscheider, dahinter der Dampfdom, welcher den entlasteten Ventilregler aufnimmt; der Dampfdom enthält außerdem einen Wasserabscheider. Auf dem zweiten Kesselschuß ist der Sandkasten angeordnet. Die Betätigung des Sandstreuers erfolgt durch Preßluft. In jeder Fahrtrichtung erfolgt auf beiden Maschinenseiten die Sandung an je 3 Streustellen.

Für die Kesselspeisung sind zwei voneinander unabhängige Speisevorrichtungen vorgesehen. Während der Fahrt erfolgt die Speisung des Kessels durch eine Verbundspeisepumpe, Bauart Nielebock-Knorr, von 250 l minutlicher Förderleistung, welche das Speisewasser durch den Vorwärmer drückt. Der Vorwärmer ist quer zur Längsachse der Maschine unter dem vorderen Teil der Rauchkammer angeordnet. Als weitere Kesselspeisevorrichtung dient eine Dampfstrahlpumpe von 200 l minutlicher Förderleistung. Die Mittelachse des Kessels liegt 2900 mm über Schienenoberkante. In der Rauchkammer befindet sich ein Funkenfänger zylindrischer Bauart. Der Rahmen der Lokomotive ist als Plattenrahmen ausgeführt und besteht aus 25 mm starken Blechen. Die lichte Entfernung zwischen den Rahmenplatten beträgt 1240 mm. Eine genügende Anzahl senkrechter und wagerechter Blechverbindungen sorgt für die nötige Versteifung des Rahmens. Zwischen den Rahmen befinden sich quer zum Langkessel zwei Hauptluftbehälter, sowie ein Hilfsluftbehälter. An der vorderen und hinteren Stirnwand des Rahmens sind die Zug- und Stoßvorrichtungen der Regelbauart anbracht.

Das Laufwerk der Lokomotive besteht aus je einer vorderen und hinteren Laufachse und vier miteinander gekuppelten Achsen. Jede der beiden Laufachsen ist in einem besonderen Deichselgestell untergebracht und besitzt einen Ausschlag von 80 mm nach jeder Seite. Die dritte Kupplungsachse ist als Treibachse ausgebildet. Alle 4 Kuppelachsen liegen fest im Rahmen, jedoch sind die Spurkränze der zweiten und dritten Kuppelachse gegenüber dem normalen Maß um 15 mm schwächer gehalten. Die Federung sämtlicher Achsen ist gleichartig ausgebildet. Die Tragfedern der vorderen Laufachse, sowie der ersten beiden Kuppelachsen einerseits und der beiden letzten Kuppelachsen sowie der hinteren Laufachse andererseits sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden.

Die Steuerung ist nach der Bauart Hausinger ausgeführt, wobei die Lagerung der Schwingen auf Mitte Steuerwelle erfolgt. Die Umsteuerung geschieht mittels Steuerschraube. Für die Dampfverteilung sorgen Kolbenschieber der Regelbauart von 220 mm Durchmesser. Die Schmierung der Schieber und Kolben erfolgt durch eine Schmierpumpe, Bauart Bosch.

Die Bremsausrüstung der Lokomotive besteht aus einer Wurfhebelbremse und einer unabhängig davon auf dasselbe Bremsgestänge wirkende Luftdruckbremse, Bauart Knorr. Sämtliche Kuppelachsen werden einseitig von vorn gebremst.

Als Sonderausrüstung sind zu erwähnen:
elektrische Beleuchtung, Bauart AEG,
Dampfheizungseinrichtung,
Geschwindigkeitsmesser, Bauart Deuta,
Dampfläutewerk, Bauart Latowski,
thermoelektrisches Pyrometer,
Schieberkastendurchmesser.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN
Dampfventile aller Art
Höchstdruckventile bis 100 at.
Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane
ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE
ORIGINAL MSN AUFZÜGE
Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE
Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste Verwendungsmöglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren
CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge
Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut
Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER 1874
AUFZÜGE
jeder Art und Größe
Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge
150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art
Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE
in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend
UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAHL
gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C 19

BRUNNENBAU
Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPF-DRUCKVERMINDERER
Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFDRUCKVERMINDERUNGSVENTILE
auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet, ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFENTÖLER
Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i.W.

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & C[o.]
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.

DAMPFMASCHINEN
für normale und hohe Drücke,
Kondensations- und Gegendruckmaschinen.
Abdampf- und Zwischendampfverwertung
Umbau veralteter Anlagen.
60jährige Erfahrung.
Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaf[t]
Sundwig, Kreis Iserlohn

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermesser mit Schreib- und Zählwerk, autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER
Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D. R. P., elektrische Fernübertragungen, Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

STABE-
DAMPFMESSER
Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 365 328
In Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-
DAMPFMESSER
mit automatischer Druckberücksichtigung D.R.P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Wirtschaftliche elektrische Antriebe für Bohrmaschinen und Bohrwerke.

Mitteilung der AEG.

Sowohl bei Senkrecht- als auch bei Wagerecht-Bohrmaschinen können durch direkten elektrischen An- viele Zwischengetriebe mit ihren Verlusten erspart und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit und Regulierbarkeit der Maschinen erhöht werden.

An der Hochleistungs-Schnellbohrmaschine, Bild 1, ist ein polumschaltbarer Drehstrom-Motor mit Kugellagern und senkrechter Welle in direkter Verbindung mit dem Spindelgetriebe.

Der Motor kann bei gleicher Leistung mit 710 und 1460 U/min betrieben werden. Die Einstellung der Drehzahlen und der Drehrichtung erfolgt durch das Handrad des seitlich angebrachten Polumschalt-Wendekontrollers. Darüber befindet sich noch ein Motorschaltkasten.

Den direkten Spindelantrieb mittels eines senkrechten Gleichstrom-Reguliermotors mit verlustloser Regulierung im Verhältnis 1 : 3 bei gleichbleibender Leistung an einer Vielfach-Bohrmaschine zeigt Bild 2.

Bild 3 stellt im Gegensatz zu einer vorausgegangenen Veröffentlichung einer älteren Maschine, im Heft 31 dieser Zeitschrift, vom 30. Juli 1927, die jetzige Ausführung des wirtschaftlichen Antriebes bei den Horizontalbohrwerken der Werkzeugmaschinenfabrik „Union", Chemnitz, dar. Das Bild zeigt ein Doppelbohrwerk, bei dem jeder Bohrschlitten durch einen angeflanschten polumschaltbaren Drehstrommotor direkt angetrieben wird. Die gleiche Anordnung wird auch für Einfachbohrwerke ausgeführt.

Die Verwendung von entsprechenden Gleichstrom-Reguliermotoren ist bei Beschaffungsmöglichkeit von Gleichstrom wegen der besseren Regulierung bei weiterer Vereinfachung des Getriebes vorzuziehen.

Bild 1.
Hochleistungs-Schnellbohrmaschine.
(Hille-Werke A.-G., Dresden.)

Bild 2.
Vielfach-Bohrmaschine.
(Habersang & Zinzen, G.m.b.H., Düsseldorf.)

Bild 3.
Horizontalbohrwerk (Union, Chemnitz).
Neue Ausführung.

Bei diesen Werkzeugmaschinenantrieben ist, den wirtschaftlichen Anforderungen entsprechend, neben möglichst unmittelbaren Antrieb auch der Gedanke durchgeführt, daß das Ein- und Ausschalten tels der Motorschaltung erfolgt, um auf diese Weise alle Leerlaufverluste zu vermeiden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN
Dampfventile aller Art
Höchstdruckventile bis 100 at.
Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane
ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE
ORIGINAL MSN AUFZÜGE
Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren
CARL **Flohr** A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE
für Personen, Lasten, Speisen, Akten
Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE
Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge für Personen oder Waren
Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut
Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER 1874
AUFZÜGE
jeder Art und Größe
Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge 150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art
Schüle & Co. Feldkirchen München
Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAHL
gehärtet und ungehärtet für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C 19

BIEGSAME WELLEN
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU
Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen, Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFHÄMMER
„EUMUCO"
Lufthämmer
Fallhämmer
EUMUCO
Aktiengesellschaf[t]
Maschinenbau
Schlebusch-Man[fort]

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & ...
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. ...
Dortmund.

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermess...
mit Schreib- und Zählwerk
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER
Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- u.
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragunge[n]
Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

STABE-
DAMPFMESSER
Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberücksichtig...
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 365...
in Hunderten von Ausführun...
geliefert für Dampfmaschi...
Dampfhämmer, Walzenzugmas...
nen, Fördermaschinen u. derg...
Man verlange Referenzenliste ...
Feodor Stabe Apparatebauans...
Berlin SO 26

PONDO-
DAMPFMESSER
mit automatischer
Druckberücksichtigung D.R. ...
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 8

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Der AEG-Radio-Sparbügel (System Mollenkopf), DRP angemeldet.

Mitteilung der AEG.

Die AEG stellt ein neues Stromabnehmer-Bügelschleifstück her, das in vorzüglicher Weise geeignet ist, Rundfunkstörungen, die durch den Betrieb elektrischer Bahnen, verursacht werden, zu beheben.

Bild 1. Eingesetzter AEG-Radio-Sparbügel.

Die Wirkungsweise des AEG-Radio-Sparbügels beim Rundfunkempfang ist nicht nur von amtlicher Seite und von Radio-Fachleuten, sondern auch von vielen Straßenbahn-Betrieben geprüft worden. Allgemein wird bestätigt, daß der nach jeder Richtung hin betriebstechnisch gut durchgebildete Radio-Sparbügel eine große Empfangsreinheit beim Rundfunk ergeben hat.

Für den Bau des AEG-Radio-Sparbügels (Bild 1) sind alle bisherigen Betriebserfahrungen verwertet und dabei alle Anforderungen an eine hohe Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit beachtet. Das für den Schleifkörper verwendete Sonder-Metall hat eine bei weitem niedrigere Grenzstromstärke, als die bisher für die Stromabnahme verarbeiteten Metalle, wodurch, im Verein mit der Eigenart der Konstruktion, die durch Straßenbahnen hervorgerufenen Rundfunkstörungen auf ein Mindestmaß herabgemindert werden konnten.

Bild 2. Schnitt durch das Schleifstück.

Das neue Schleifstück (Bild 2) besteht aus einem etwa 60 mm breiten Dreikantrohr von 2,5 mm Wandstärke, das zu beiden Seiten auf einer Rohrachse leicht spielend und gut drehbar gelagert ist.

Die Eigenart des Schleifkörpers verbürgt eine unbedingte Betriebssicherheit, da die Massen dicht um die Drehachse gelagert sind und die Dreikantflächenform bei Unregelmäßigkeiten an der Oberleitung sich wälzend unter dem Fahrdraht fortbewegen kann, wodurch ein Festhaken an etwa überstehenden Aufhängeteilen wermieden wird. Die Arbeitsfläche stellt sich stets selbsttätig gegen den Fahrdraht ein. Um für den Schleifkörper auch bei zwei abgenutzten Flächen noch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung zu erhalten, wird er neuerdings durch einen Stahlblech-Einsatzkörper versteift. Das Umstellen der Schleifflächen erfolgt in einfachster Weise durch Lösen der seitlich im Übergangsstück sitzenden Schrauben, wodurch das Schleifstück frei um 120° drehbar wird und infolge einer vorhandenen Arretierung eine neue Lagerstelle erhält. Der zeitraubende Ausbau aus dem Rohrgestell und das schwierige Wiedereinsetzen kommen gänzlich in Wegfall.

Der AEG-Radio-Sparbügel läßt sich leicht in alle vorhandenen Stromabnehmergestelle einbauen (Bild 3). Bei ungünstiger Fahrdrahtaufhängung ist eine geringfügige Regulierung der Oberleitung zwecks gleichmäßiger Abnutzung des Schleifkörpers und zwecks einwandfreier Durchfahrt an der Weichen-Abzweigung empfehlenswert. Ferner werden die günstigsten Betriebsergebnisse nur dann erreicht, wenn der AEG-Radio-Sparbügel auf einem Streckenabschnitt einheitlich verwendet wird. Es ist daher nach Möglichkeit zu vermeiden, ihn auf Strecken, die mit Aluminium-, Kohle- oder Eisen-Schleifstücken befahren werden, laufen zu lassen. Der Bügeldruck gegen die Oberleitung soll 5 kg nicht übersteigen. Es sind ferner vollkommen trockene Schleifflächen zu vermeiden; daher ist ein wöchentlich etwa zweimaliges Befetten der Arbeitsfläche mit dem adhäsiven, hitze- und wasserbeständigen Schmiermaterial „Elektronat" wünschenswert, wodurch die Laufzeit erhöht wird.

Die vom Aluminiumbetrieb herrührenden Riffeln am Fahrdraht (Bild 4) sind bei ausschließlicher Benutzung des AEG-Radio-Sparbügels in der Regel nach einigen Monaten beseitigt. Das verwendete Metall verträgt sich besonders gut mit dem Kupferdraht und poliert sich mit diesem ausgezeichnet, so daß mit einer äußerst geringen Abnutzung des Schleifstückes und einer höchsten Schonung des Fahrdrahtes gerechnet werden kann.

Bei geglätteter Fahrleitung ist mit dem Dreikant-Schleifstück eine durchschnittliche Laufzeit von rund 40000 km erreichbar.

Zusammenfassend seien die Vorzüge des AEG-Radio-Sparbügels wie folgt hervorgehoben. Wichtige Vorteile, wie geringe Anschaffungskosten, niedriges Gewicht, einfachste Anbringung ohne Änderung des Bügelgestelles, einfache Wartung, Vermeidung des Verschmutzens der Wagen und Fortfall jeglicher schädigenden Oxydbildung, vereinigen sich mit hoher Lebensdauer, Schonung des Fahrdrahtes und Verbilligung der Betriebskosten. Der Bügel beseitigt die sonst durch Stromabnehmer verursachte Rundfunkstörungen, bringt sofort vollbefriedigende Betriebsergebnisse, selbst bei Verwendung auf rauhem, geriffeltem Fahrdraht. Ferner ist bei völlig geräuschlosem Gang des Schleifstückes am Fahrdraht eine größte Betriebssicherheit auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten vorhanden; es wird somit allen Anforderungen entsprochen.

Bild 3. Aufgebauter Scherenstromabnehmer

Fahrdraht beim Befahren mit Aluminiumbügel

Nach viermonatigem Befahren mit AEG-Radio-Sparbügel

Nach achtmonatigem Befahren mit AEG-Radio-Sparbügel

Bild 4. Schleifflächen des Fahrdrahtes.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren in der Automobil-Industrie.

Mitteilung der AEG

Die Automobil-Industrie hat in Deutschland zweifellos einen schweren Konkurrenzkampf mit ausländischen Erzeugnissen zu bestehen und ist deshalb ständig bemüht, urch Vervollkommnung der Betriebseinrichtungen Fabrikations-Verbilligung zu erreichen.

Bild 1. Elektrohubkarren EH 1504 mit Ladebank in einer Fahrzeugfabrik

Bei der Prüfung der hierfür gegebenen Möglichkeiten ist das Werkstatt-Förderwesen besonders zu beachten, vielfach wird sich herausstellen, daß durch Verwendung moderner Beförderungsmittel wesentlich Fabrikations-Vorteile erreicht werden können.

Die Wahl des für die einzelnen Verwendungszwecke am besten geeigneten Fahrzeuges hängt von der Art der zu befördernden Güter und der Art der Be- und Entladung ab. Vielfach wird es möglich sein, Elektrokarren mit fester Plattform zu verwenden. Vorteilhafter ist aber jedenfalls das Ladebanksystem. Hierbei wird nicht der Elektrokarren selbst, sondern eine Ladebank beladen, so daß das Fahrzeug stets seinem eigentlichen Zwecke, der Ausführung von Transporten, nutzbar gemacht werden kann und kostspielige Wartezeiten bei der Be- und Entladung fortfallen.

Für diese Art der Beförderung stehen zwei Elektrokarren-Bauarten zur Verfügung; zunächst der in Bild 1 dargestellte Elektrohubkarren mit tiefliegender Plattform und elektrisch angetriebener Hub- und Senkvorrichtung. Die

Bild 2. Elektrokarren EKH 1504 mit hydraulisch-mechanischer Hubvorrichtung und Ladebank.

Verwendung dieses Fahrzeuges einschließlich der niedrigen Ladebänke hat den Vorteil, daß die einzelnen Teile nicht mehr hochgehoben zu werden brauchen, andererseits eine recht hohe Beladung zulässig ist, da während der Fahrt der Schwerpunkt verhältnismäßig tief liegt. Vorbedingung ist jedoch, daß möglichst gute und ebene Fahrstraßen vorhanden sind, da die kleinen vorderen Laufräder nur dann ein sicheres und stoßfreies Fahren gewährleisten.

In allen anderen Fällen ist der im Bild 2 dargestellte Elektrokarren mit hydraulisch-mechanischer Hubvorrichtung zu benutzen, wo die Ladebank dem Fahrzeug entsprechende Plattformabmessungen erhält.

Empfehlenswert ist es, die Ladebank den einzelnen Verwendungszwecken anzupassen, um eine gute Ausnutzung und bei der Montage ein einfaches Abheben zu gewährleisten. Dieses Beförderungsverfahren mit Ladebänken macht die Aufstellung von Regalen an den Arbeitsplätzen überflüssig, erleichtert und verbilligt somit ganz wesentlich die Heranführung der Materialien. Durch entsprechende Beladung mit bestimmten Stückzahlen ist auch der Förderplan leicht aufzustellen und einzuhalten und das Eintreten des Materialmangels vermeidbar.

Falls es wünschenswert oder erforderlich ist, mehrere Ladebänke übereinander zu setzen, ist der in Bild 3 gezeigte Stapelkarren am besten geeignet. Die Abmessungen der Plattform dieses Stapelkarrens können den Ladebänken angepaßt werden. Das Fahrzeug wird für eine Tragfähigkeit bis zu 1800 kg und eine Hubhöhe bis zu 1800 mm gebaut. Fahr- und Hubantrieb dieses Fahrzeuges entsprechen der Normalausführung der Elektrokarren. Es empfiehlt sich, wegen der mit einer größeren Stromentnahme verbundenen Hubtätigkeit die Batterie genügend groß zu wählen; hierfür eignet sich eine Batterie mit einer Kapazität von 160 Ah.

Bild 3. Elektrostapelkarren für eine Tragkraft von 750 kg und einer Hubhöhe von 1800 mm.

Da in Automobilfabriken vielfach sperrige Stücke, z. B. Fahrzeugrahmen, Kotbleche, Karosserien usw. zu befördern sind, empfiehlt es sich, Anhängewagen zum Teil mit Spezialaufbauten zu verwenden. Bei deren Ausführung ist auf die Empfindlichkeit der zu befördernden Stücke, z. B. fertig lackierter Teile (wie Kotbleche usw.), Rücksicht zu nehmen und die obigen Ausführungen bezüglich der Zugänglichkeit bei den Ladebänken zu beachten. Die im Betrieb befindlichen Elektrokarren können natürlich ohne weiteres auch die Bewegung der Anhängewagen übernehmen, da Zugösen für die Kupplung vorhanden sind.

Die vorgenannten Beispiele zeigen Verwendungs-Möglichkeiten innerhalb der Fabrikation. Es ist selbstverständlich, daß die Elektrokarren natürlich auch noch alle sonstigen periodisch wiederkehrenden oder vereinzelt auftretenden Transporte übernehmen können, z. B. die Beförderung der Späne von den Werkzeugmaschinen zu den Bunkern, der Abfälle, Kohlen usw. Es empfiehlt sich, bei der Beschaffung der Transportgefäße auf die Elektrokarren-Förderung Rücksicht zu nehmen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN
KSB
Dampfventile aller Art
Höchstdruckventile bis 100 at.
Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane
ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE
ORIGINAL MSN AUFZÜGE
Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren
CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE
Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER
Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden
Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE
Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge für Personen oder Waren
Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut
Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE
SCHINDLER 1874
jeder Art und Größe
Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge
150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art
Schüle & Co. Feldkirchen München
Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE
in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel sowie
Feineinstellung selbsttätig wirkend
UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAH[L]
gehärtet und ungehärtet für alle Verwendungszweck[e]
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G.m.b.H., Berlin

BRUNNENBAU
Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunn[en] Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

DAMPF-DRUCKVER-MINDERUNGSVENTI[LE]
auch f. Preßluft, Gas usw. geeig[net] ohne Quecksilber u. ohne Membr[an] D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFHÄMMER
„EUMUCO"
Lufthämmer
Fallhämmer
EUMUCO
Aktiengesellschaft Maschinenbau
Schlebusch-Manf[ort]

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & C[o.] Werkzeugmaschinenfabrik m. b. [H.] Dortmund.

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermess[er] mit Schreib- und Zählwerk autom. Druckberichtigung Elektr. Fernübertragung. Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Wirtschaftlicher elektrischer Antrieb von Heißeisensägen.

Mitteilung der AEG.

Die Umfangsgeschwindigkeit des Sägenblattes steigerte man bei Heißeisensägen bis auf rd. 100 bis 120 m/s. Der übliche Antrieb erfolgt durch Riemen. Die Belastung des Antriebes hängt, abgesehen von der Zahnform und Ausbildung des Sägenblattes und der Festigkeit des zu schneidenden Werkstoffes, von der Art und Größe des Vorschubes ab. Ein ungeregelter Vorschub kann sehr hohe und besonders stoßweise Belastungen hervorrufen. Um solchen Beanspruchungen zu genügen und eine hohe Schnittzahl zu erreichen, ging man früher zu immer stärkeren Motoren und schwererem Riementrieb über, was nicht nur die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigte, sondern auch die Möglichkeit der gefürchteten Scheibenexplosionen erhöhte.

Bei 30 m/s Riemengeschwindigkeit ist der Durchmesser der Riemenscheibe ⅙ bis ¼ des Sägenblattdurchmessers. Die Umfangskraft an der Riemenscheibe ist daher 3- bis 4mal so groß wie an dem Sägenblatt. Da der Riemenzug bei offenem Riemen zusammen mindestens der dreifachen Umfangskraft entspricht, so sind die Lager der Sägenwelle durch den Riemenantrieb 9- bis 12mal stärker belastet als durch die Umfangskraft des Sägenblattes. Wenn man daher das Sägenblatt unmittelbar antreibt, ergeben sich, abgesehen von dem Wegfall der Riemenstörungen, wesentliche Ersparnisse. Der Motor muß aber dann einen kleinen Durchmesser haben, um die Schnitthöhe des Sägenblattes nicht zu beeinträchtigen, was gleichlaufend ist mit dem Bestreben, die erforderliche Motorgröße aus wirtschaftlichen Gründen auf das Notwendige zu beschränken. Erreicht kann dies werden: einerseits durch einen Schwungmassen-Ausgleich in Verbindung mit entsprechender Nachgiebigkeit des Motors, anderseits durch selbsttätige Regelung des Vorschubes in Abhängigkeit von der Belastung des Sägenmotors.

Heißeisen-Schlittensäge mit unmittelbarem Motorantrieb und selbsttätiger Vorschubregelung.

Das Bild zeigt eine nach diesen Überlegungen von Fried. Krupp A.-G. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, gebaute Heißeisen-Schlittensäge mit elektrischer Ausrüstung der AEG, von der sich mehrere Ausführungen seit einigen Jahren in Betrieb befinden. Der Drehstromsägenmotor von etwa 120 kW Leistung bei rd. 1000 U/min, ist mit der Sägenwelle, auf der sich auch eine Schwungscheibe befindet, unmittelbar verbunden. Die Lager der Sägenblattwelle und der Motor sind auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet, die mit dem Schlitten verschraubt ist. Das ganze Antriebsaggregat kann daher sehr leicht aus- und eingebaut werden, wodurch im Bedarfsfalle Betriebsunterbrechungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

Der Motor saugt durch einen eingebauten Lüfter Frischluft mittels einer Rohrleitung an, deren letztes Stück teleskopartig ausgebildet ist, und bläst die Kühlluft an der Antriebseite aus. Sonst ist der Motor ganz geschlossen. Die Schwungscheibe ist so bemessen, daß sie die Schnittarbeit unterstützt, anderseits aber bei gewöhnlicher Motorleistung in der Zeit zwischen Beendigung eines Schnittes und Beginn des nächsten Schnittes wieder voll aufgeladen werden kann. Um ein schnelles Wiederaufladen zu ermöglichen, hat der Motor keinen festen Schlupfwiderstand, sondern einen solchen, der durch zwei Stromwächter in Abhängigkeit von der Belastung geregelt wird, und zwar so, daß der Schlupfwiderstand und damit die Schwungmassen nur zur Wirkung kommen, wenn und solange die volle Belastung des Motors überschritten wird. Infolgedessen ist die Einschaltdauer des Schlupfwiderstandes und mithin auch der damit verknüpfte Stromverlust sehr gering.

Mit dem Schwungmassen-Ausgleich allein können aber übermäßige Belastungen nicht ferngehalten werden; dazu dient die selbsttätige Vorschubregelung. Der Schlitten wird durch einen 15 kW-Gleichstrom-Wenderegelmotor vorgeschoben. Dieser Motor ist im Verhältnis 1 : 4 regelbar. Die Regelung kann durch einen Führerkontroller erfolgen, geschieht aber außerdem selbsttätig in Abhängigkeit von der Belastung des Hauptmotors. Mittels des Führerkontrollers wird regelmäßig die höchste Drehzahl eingestellt. In den Rotorstromkreis des Hauptmotors sind eine Reihe Stromwächter eingeschaltet, die bei Erreichen der Vollast-Stromstärke zu wirken beginnen, wobei sie das Feld des Vorschubmotors verstärken und damit seine Drehzahl, also die Vorschub-Geschwindigkeit um so mehr verringern, je größer die Belastung des Sägenmotors wird. Bei einer gewissen Überlastung bleibt der Vorschub vollständig stehen, so daß sich das Sägenblatt frei schneiden kann, worauf der Vorschub selbsttätig wieder einsetzt.

Auf diese Art wird erreicht, daß der Sägenmotor unter allen Verhältnissen voll ausgenutzt wird, d. h. es wird mit einem kleineren Motor und geringen Spitzenbelastungen eine größere Schnittleistung und größere Betriebssicherheit erzielt als mit einem großen Motor, der den wilden Belastungsstößen des gewöhnlichen Sägenbetriebes an sich gewachsen wäre. Wie bereits erwähnt, tritt die Schlupfregelung und die Vorschubverzögerung erst in der Nähe der Vollbelastung des Motors in Tätigkeit, so daß also Stäbe von genügender Wärme oder kleinerem Querschnitt sowohl mit der vollen Sägeblatt- als auch mit der vollen Vorschubgeschwindigkeit — also sehr rasch — geschnitten werden. Ebenso tritt auch bei dem Annäherungs- und Rückhub des Schlittens keinerlei Verzögerung der Geschwindigkeit ein.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Bänder und Bleche aus Nichteisen-Metallen.

Mitteilung der AEG.

Bänder und Bleche aus Nichteisen-Metall, wie (upfer, Messing, Sondermessing, Bronze und Leicht-netall, dienen im großen Umfange als Baustoffe und Ialberzeugnisse für die Weiterverarbeitung im Ma-chinen- und Apparatebau. Die AEG verfügt in hrem Metallwerk über einen großen Bestand an neu-eitlichen Maschinen und Werkseinrichtungen, die in ezug auf Leistungsfähigkeit an Menge und Güte der Erzeugnisse höchsten Anforderungen gerecht werden. Ein mit den modernsten Hilfsmitteln ausge-tattetes Werkstoff-Prüflaboratorium sorgt dafür, daß ur sorgfältig ge-rüfte Bänder u. Bleche, die den gestellten Anfor-lerungen in jeder Hinsicht ent-prechen, das Werk ver-assen*). Alle Ab-nessungen und Stärke-Toleran-en werden nach DINormen einge-ialten. Die gut erreichbaren Mittelwerte der Festigkeits-Eigenschaften ür die vielfäl-igen Erzeugnisse und verschie-lenen Härtegrade sind in der Zahlentafel zu-ammengestellt.

Kupfer-Bänder ınd -Bleche fin-len als Baustoffe veitgehende Ver-vendung, wenn s auf Farbe, Bild-samkeit und ıöhe Wärmeleitfähigkeit ankommt. Für Tiefziehzwecke n weicher Qualität und in der chemischen Industrie wird Kupfer wegen seines günstigen Verhaltens gegen chemische Einflüsse viel gebraucht.

Alle in Band- und Blechform verwertbaren Mes-inglegierungen, die in DIN 1709 aufgeführt sind, verden von der AEG geliefert. Die hoch kupfer-ıaltigen Tombaklegierungen Ms 90 und Ms 85 werden vegen ihrer goldgetönten Farbe und guten Zieh- und Drückbarkeit im weichen Zustande besonders für Metallwaren, kunstgewerbliche Zwecke und im Apparatebau gern verarbeitet. Die Halbtombak-Legierung Ms 67 und Druckmessing Ms 63 sind vor allem für Tiefziehzwecke geeignet und haben ihr Haupt-Verwendungsgebiet in der gesamten Metallwarenindustrie. Als Werkstoff für Ätzqualität wird ein feinkörniges Blech aus Ms 63 in halbhartem Zustand erzeugt. Für feine Bohr- und Fräsarbeiten, wie sie beispielsweise in der Uhrenindustrie vorkommen, sind Bleche aus Ms 59, dem sogenannten Mechanikermessing, empfehlenswert. Sollen die Bleche auch noch für Stanzzwecke verwendet werden, dann wird Ms 60 gewählt, das ebenso wie Ms 59 in Stärken über 1 mm angefertigt wird.

Für besondere Zwecke, bei denen die Säurebeständigkeit des Werkstoffes von Bedeutung ist, stellt die AEG aus dem Sondermessing Spreemetall Mn-Ms 1,4 Bleche über 2 mm Stärke her.

Aus der Gruppe der Bronzelegierungen ist Aluminium-Walzbronze Al Bz 5 hervorzuheben, die gut wetter- und säurebeständig ist. Bänder und Bleche in allen gangbaren Abmessungen werden hieraus hergestellt. In federhartem Zustand ist diese Bronze als Federmaterial sehr gut geeignet. Als ausgezeichnetes Federmaterial sind ferner Walzbronze W-Bz 6 und Federbronze Bz 5,5 anzusprechen, die nur in Bandbreiten bis 25 mm geliefert werden, da diese zwecks höchster Gütersteigerung in einem besonderen Verfahren verarbeitet werden.

Zur Herstellung von Bändern und Blechen aus Leichtmetall verwendet die AEG Reinaluminium mit einem Reinheitsgehalt von 98/99, 99 und 99,5 %. Für seine Verwendung ist das geringe spezifische Gewicht dieses Werkstoffes ausschlaggebend.

Bandwalzwerk.

Werkstoff	Kurzzeichen	DIN	Farbton (poliert)	Spez. Gew. g/cm³	Lieferform	Zustand	Festigkeit kg/mm²	Dehnung % l=10 d
Kupfer								
Elektrolytkupfer	E—Cu	1708	rot	8,9	Bänder Bleche	weich hart federh.	23 35 45	30 5 3
Messing								
Rottombak	Ms 90	1709	goldrot	8,8	Bänder Bleche	weich federh.	25 50	40 5
Mittelrottombak	Ms 85	1709	goldgelb	8,7	Bänder Bleche	weich extrafederh.	30 60	40 3
Gelbtombak	Ms 72	1709	grünlichgelb	8,6	Bänder Bleche	weich federh.	30 55	40 8
Halbtombak	Ms 67	1709	grünlichgelb	8,6	Bänder Bleche	weich federh.	30 60	40 5
Druckmessing	Ms 63	1709	rötlichgelb	8,6	Bänder Bleche	weich federh.	30 60	40 5
Schmiedemessing (Muntzmetall)	Ms 60	1709	ockergelb	8,6	Bleche (über 1 mm)	weich federh.	35 60	35 5
Mechanikermessing ...	Ms 59	—	ockergelb	8,5	Bleche (über 1 mm)	halbh. hart	45 55	15 10
Sondermessing								
Spreemetall	Mn—Ms 1,4	1709	braungelb	8,3	Bleche (über 2 mm)	halbh. hart	50 60	15 5
Bronze								
Alumin.-Walzbronze ..	Al—Bz 5	—	goldgelb	8,3	Bänder Bleche	viertelh. federh.	40 70	60 5
Walzbronze 6	W—Bz 6	1705	rötlichgolden	8,8	Bänder (b. 25 mm br.)	weich federhart	40 70	60 5
Federbronze	Bz 5,5	—	rötlichgolden	8,7	Bänder (b. 25 mm br.)	weich extrafederh.	40 90	50 2
Leichtmetall								
Reinaluminium	Al 98/99 Al 99 Al 99,5	1712	silberweiß	2,71	Bänder Bleche	weich hart	9 16	25 5

*) Anfragen sind zu richten an die AEG-Metallwerke Oberspree, Berlin W 56, Taubenstr. 21.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Regelspurige D-Heißdampf-Tenderlokomotive für Neben- und Kleinbahnen.

Mitteilung der AEG.

Kürzlich ist in den Lokomotivwerkstätten der AEG ine neue Bauart für eine vierfach gekuppelte Heiß-lampf-Tenderlokomotive entwickelt und abgeliefert vorden.

Die Maschine ist in erster Linie bestimmt für Strecken mit schwachem Oberbau, bei einer zulässigen Achsbelastung von höchstens 12 t.

Regelspurige D-Heißdampf-Tenderlokomotive.

Die im Bild dargestellte Lokomotive hat folgende Iauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser	480 mm
Kolbenhub	550 „
Treibraddurchmesser	1100 „
Fester Achsstand	4300 „
Gesamter Achsstand	4300 „
Dampfüberdruck	13 kg/cm²
Rostfläche	1,65 m²
Verdampfungsheizfläche	75,8 m²
Überhitzerheizfläche	26,0 m²
Leergewicht der Lokomotive	38,6 t
Dienstgewicht der Lokomotive	47,9 t
Reibungsgewicht der Lokomotive	47,9 t
Zugkraft (0,6 p) der Lokomotive	9000 kg
Wasservorrat	4,4 m³
Kohlenvorrat	1,3 t
Gesamte Länge über Puffer	10000 m
Größte Geschwindigkeit	40 km/h
Kleinster Krümmungsradius	150 m
Spurweite	1435 mm

Der Kessel hat in seinem Aufbau die normale Baurt, jedoch mit besonderer Berücksichtigung einer möglichst kurzen Baulänge der Lokomotive. Der Langkessel esteht aus zwei zylindrischen Schüssen, von denen der intere 1350 mm, der vordere 1378 mm äußeren Durchnesser hat. Die Länge zwischen den Rohrwänden des Kessels beträgt 3200 mm. Er enthält 133 Heizrohre von 3/38 mm Ø und 24 Rauchrohre von 100,5/108 mm Ø; ie letztgenannten nehmen den Rauchrohr-Überhitzer, Bauart Schmidt, auf, dessen Umkehrenden mit Rücksicht uf die gute Überhitzung bis auf 300 mm an die Feuerbuchsrohrwand herangezogen sind. Nach vorn schließt ich an den Langkessel die Rauchkammer an, die das Blasrohr von 90 mm Mündungsdurchmesser und den ylindrischen Funkenfänger aufnimmt. Vor dem Schornstein befindet sich auf der Rauchkammer das Dampfläutewerk, Bauart Latowski. Mit Rücksicht auf die gute Zugänglichkeit der Reinigungsluken ist die Kesselmitte 500 mm über Schienenoberkante gelegt worden, so daß er Stehkessel oberhalb des Rahmens liegt. Der Stehkessel schließt glatt an den Langkessel an mit senkrecht erabgezogenen Seitenwänden und senkrechter Hinterwand und stützt sich vorn und hinten auf die Querversteifungen des Rahmens. Der Rost ist horizontal angeordnet, und zwar ist die vordere Roststabreihe als Kipprost mit Spindelantrieb ausgebildet. Unterhalb des Rostes befindet sich der Aschkasten, der mit je einer vorderen und einer hinteren Klappe sowie einer Bodenklappe versehen ist. Mit Rücksicht auf schlechtes Speisewasser ist der Kessel mit einem Winkelrost-Schlammabscheider ausgerüstet, der auf dem ersten Kesselschuß angeordnet ist; hinter ihnen befindet sich der Dampfdom und auf dem zweiten Kesselschuß der Sandkasten. Der Rahmen ist als Plattenrahmen von 15 mm Blechstärke mit einer genügenden Anzahl senkrechter und wagerechter Querversteifungen ausgeführt.

Sämtliche vier Achsen der Lokomotive sind miteinander durch Kuppelstangen verbunden. Die Anordnung aller Achsen als feste Achsen bietet den Vorteil eines gleichmäßig ruhigen Laufes der Maschine in beiden Fahrtrichtungen. Um eine gute Kurvenläufigkeit zu erzielen, sind bei der zweiten und dritten Kuppelachse die Spurkränze gegenüber der normalen Stärke um 10 mm geschwächt worden. Die beiden Dampfzylinder sind horizontal angeordnet und wirken auf die dritte Kuppelachse. Die Steuerung ist als Heusinger-Steuerung nach der Bauart Winterthur ausgebildet.

Die Wasservorräte sind in zwei seitlich des Langkessels befindlichen Wasserkästen untergebracht; zur Aufnahme der Kohlenvorräte dient ein Kohlenkasten hinter der Führerhaus-Rückwand. Das Führerhaus selbst kann durch Schiebefenster bei schlechter Witterung vollkommen abgeschlossen werden.

Die Bremsausrüstung der Lokomotive besteht aus einer kräftigen Wurfhebelbremse und einer Luftdruckbremse, Bauart Knorr, mit Zusatzbremse. Es werden alle vier Kuppelachsen einseitig von vorn gebremst, wobei die Bremsklötze in Achsmitte angreifen. Beide Bremsen wirken unabhängig voneinander auf dasselbe Gestänge, das mit Ausgleichhebeln versehen ist.

An weiteren Sonderausrüstungen sind zu erwähnen:

Speisewasservorwärmer, Bauart Knorr, mit Pumpe (unterhalb des Langkessels quer zu diesem gelagert),
Geschwindigkeitsmesser, Bauart Deuta,
Dilling-Dreiwegehahn,
Bosch-Schmierpumpe für Zylinder- und Schieberschmierung,
Azetylen-Beleuchtung.

Die Lokomotive läuft bei einer Geschwindigkeit bis über 50 km/h sehr ruhig und erreicht mit Leichtigkeit hohe Überhitzungen.

Das Anfahrvermögen ist infolge der kleinen Treibrad-Durchmesser besonders günstig.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Mehrstufige Turbo-Kesselspeisepumpen.

Mitteilung der AEG.

Die Einführung hoher Dampfspannungen in Kraft-
nlagen hat nicht nur im Kesselbau eine Umwälzung
ervorgerufen, sondern auch der Ausbildung der Kessel-
peise-Vorrichtungen einen neuen Aufgabenkreis zu-
ewiesen. Während unter den Speisepumpen mit um-
aufender Bewegung noch vor wenigen Jahren die ein-
tufige Maschine allen Anforderungen entsprechen
onnte, ist jetzt die mehrstufige Kreiselpumpe, der man
rüher auf anderen Verwendungs-Gebieten begegnete,
n den Vordergrund getreten. Gerade für Hochdruck-
Dampfanlagen ist es wichtig, daß die Speisevorrichtun-
en den Kesseln luftfreies Wasser in äußerst gleich-
näßiger Weise zuführen, und so hat die Turbopumpe
hren Vorsprung gegenüber der Kolbenpumpe weiter
usdehnen können; inzwischen sind — was die Entwick-
ung der Hochdruck-Turbo-
peisepumpen am besten
ennzeichnet — bereits Lei-
tungen von etwa 1000 PS
n Betrieb gekommen.

Kreiselpumpen zur
Kesselspeisung werden ent-
weder durch Elektromo-
oren oder durch Dampf-
urbinen angetrieben. Der
Dampfantrieb empfiehlt
ich für alle Werke, bei
denen der Abdampf zu
Vorwärmzwecken ausge-
nutzt werden kann. Aber
uch in den wenigen An-
agen, in denen diese gün-
tigen Verhältnisse nicht
vorliegen, wird man neben
der elektrischen Pumpe,
der Hauptbetriebs-Ma-
chine, als gesetzliche Re-
erve eine Dampfturbo-
pumpe aufstellen, um von
Stromstörungen unabhän-
gig zu sein.

Die AEG, die vor un-
gefähr zweieinhalb Jahr-
zehnten zugleich mit dem
Großturbinenbau den
Dampfturbo - Pumpenbau
aufgenommen hat, stellt
mehrstufige Kesselspeise-
pumpen für Förderhöhen
von etwa 250 m an auf-
wärts her. Diese Grenze
entspricht einem Kesseldruck von etwa 23 atü; bei
niedrigerem Druck genügen einstufige Modelle. Das
Bild zeigt eine dampfangetriebene dreistufige AEG-
Kessel-Speisepumpe, die im Nachstehenden kurz be-
chrieben sei:

Die Pumpe ist starr mit einer eingehäusigen Gegen-
ruck-Turbine gekuppelt, deren Läufer aus einem drei-
kränzigen Geschwindigkeitsrad besteht. Die durch-
gehende Grundplatte bildet mit den Lagerböcken der
Turbine ein gemeinsames Gußstück; auf der Grund-
platte ruht das Pumpengehäuse mit 4 Füßen. Der
Dampfteil entspricht der üblichen, bewährten AEG-Bau-
art, wobei man alle komplizierten Teile vermieden hat,
weil für ein Kesselspeiseorgan Betriebs-Sicherheit erstes
Erfordernis ist. Da jede Kesselspeisepumpe die ge-
setzlichen Vorschriften erfüllen und daher eine Über-
astung um 100 % über die Normalleistung hinaus ver-
ragen muß, die Belastung aber dauernd schwankt, sind
Curtisräder für den Aufbau des Turbinenläufers zweck-
mäßig; ihr Hauptvorzug besteht bekanntlich darin, daß
der Wirkungsgrad bei Teillasten nur wenig absinkt.
Ein schnelles Anfahren der Turbine wird besonders
durch die freie Lagerung des Gehäuses begünstigt, die
den Wärme-Ausdehnungen Rechnung trägt.

Die Kreiselpumpe erhält je nach der gewünschten
Förderhöhe 2 bis 7 Stufen; das Wasser, das dem Lauf-
rad der ersten Stufe entströmt, tritt durch Leit- und
Umkehrschaufeln in die zweite Stufe ein und so fort.
Die Förderhöhe jeder Stufe beträgt durchschnittlich
etwa 150 m. Die Laufräder sind von ungeteilten Ge-
häuseringen umgeben. Die Gehäuseteile der ersten und
letzten Stufe sind mit der Grundplatte verschraubt,
während die übrigen von durchlaufenden kräftigen
Ankern zusammengehalten werden. So lassen sich ein-
zelne Stufen ersetzen oder entfernen oder neue ein-
bauen, ein Vorteil, der bei späterer Änderung der Be-
triebs-Verhältnisse, beispielsweise der Kesselanlage, von
Bedeutung ist. Auch kann man die Pumpe leicht aus-
einander nehmen, wenn man die Gehäuseringe in der
Längsrichtung abzieht. Größte Sorgfalt ist auf die
Wellenabdichtung verwendet; es muß vermieden wer-
den, daß Luft in den Saugraum eindringt und daß da-
durch die Wassersäule ab-
reißt. Bei der Konstruk-
tion der AEG dichtet
Druckwasser, welches vom
Druckstutzen zufließt, die
Stopfbuchse gegen die At-
mosphäre ab; um das Her-
austreten des Sperrwassers
zu verhindern, hat die
Stopfbuchse an der Außen-
seite eine Packung. Den
Pumpenschub hebt ein
selbsttätiger hydraulischer
Druckausgleich auf.

Bei dem verhältnis-
mäßig kleinen speichern-
den Wasserinhalt der
Hochdruckkessel ist eine
zuverlässige Reglung der
Speiseorgane wesentlich.
Die AEG hat daher eine
besondere Vorrichtung,
den sogenannten Feder-
regulier - Apparat, ent-
wickelt. Dieser Regler
wirkt ständig auf das
Dampfeinlaßventil ein und
hält dadurch den Wasser-
druck in der Speiseleitung
auf gleicher Höhe. Neben
dem Hauptsteuerkolben hat
die Vorrichtung einen
zweiten Regulierkolben,
der den Dampf absperrt,
wenn der Pumpendruck
plötzlich vollständig ab-
sinkt. Durch diese gesetzlich geschützte Vorrichtung
ist eine zweite Sicherheits-Maßnahme getroffen; denn
eine unabhängige Schnellschuß-Vorrichtung verhindert,
daß die Maschine durchgeht. Trotzdem ist diese dop-
pelte Sicherheit notwendig: der Dampfkesselbetrieb
ist rauh, und die Pumpen werden nicht immer auf-
merksam genug gewartet.

Mehrstufige Turbo-Kesselspeisepumpe.

Da der als Betriebsmittel dienende Dampf der Hoch-
druckkessel meist stark überhitzt ist, werden für die
mehrstufigen Kesselspeisepumpen Baustoffe gewählt,
die genügend widerstandsfähig sind und große Tempe-
ratur-Unterschiede vertragen können. So besteht das
Gehäuse der Turbine aus nichtwachsendem Stahlguß,
während die Schaufeln des Turbinenläufers aus nicht-
rostendem Sonderstahl von sehr hoher Festigkeit her-
gestellt werden. Die Verwendung dieses nichtrostenden
Stahls ist auch deshalb vorteilhaft, weil die Abschaltung
einzelner Kessel oft die Stillegung der Pumpen bedingt.

Erwähnt sei noch ein Vorzug der mehrstufigen Bau-
art gegenüber der einstufigen: Die Hochdruckpumpe
kann an einzelnen Stufen angezapft werden und gibt
dadurch Wasser von verschiedener Druckhöhe ab. Diese
Eigenschaft kommt in Kraftanlagen mit mehrfacher
Speise-Vorwärmung, also besonders in neuzeitlichen
Werken, zur Geltung. Ebenso ist aber auch für An-
lagen mit Kesseln von verschiedener Spannung die
mehrstufige Turbospeisepumpe geeignet, weil sie den
Betrieb vereinfacht und die Wirtschaftlichkeit ver-
bessert.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elfa-Druckknopf-Automaten.

Mitteilung der AEG.

Elfa-Druckknopf-Automaten werden an Stelle von hmelzsicherungen verwendet und schützen in noch herem Maße als diese Leitungen und Stromverauchег vor Beschädigung durch Kurzschluß oder erlastung.

Der Elfa-Druckknopf-Automat hat die Form des einligen Schmelzstöpsels; er kann in jedes Sicherungsment (E 27) geschraubt werden. Die Einschaltung s Automaten erfolgt in einfacher Weise durch Einicken des Druckknopfes *K*. Die sschaltstellung wird durch einen en Stift *A* gekennzeichnet, der va 5 mm aus dem Deckel des tomaten hervorragt. Wird der tomat eingeschaltet, so verwindet der Stift in einer Einkung des Deckels. Ein Porzelgehäuse schützt den Mechanis s des Automaten vor Staub und rührung. Der Kontaktfuß *F* des tomaten ist in gleicher Weise estuft wie die Sicherungsrone der gleichen Nennstromrke, (Unverwechselbarkeit, le-System). Jeder Elfa-Druckpf-Automat ist sowohl für ichstrom als auch für Wechselm geeignet.

Zwei in ihren Wirkungen vonander unabhängige Einrichtun bewirken die Auslösung des tomaten:

Die magnetische und thermie Auslösung.

Die magnetische Ausse-Vorrichtung besteht einer Spule *D* mit eingebau Kern *E*, der zweiteilig ausgelet und so in dem Spulenkörper eordnet ist, daß ein Teil fest t und ein anderer Teil beweg ist. Die bewegliche Kernhälfte d durch eine regelbare Feder gehalten, die der Zugkraft des neten entgegenwirkt. Die hanische Kraft der Feder wird durch eine Magnetkraft überden, die einen Strom von der bis 8fachen Nennstromstärke Automaten aufbringt. Die netkraft dieses Stromes und r noch größeren (Kurzschlußme) ziehen ohne jede Verzöge g den Kern in die Spule hinein, urch die Verklinkung des pelhebels *C* mit dem Schalter durch seitliche hung des Doppelhebels gelöst wird. Die Magnete erzeugt außerdem ein sicher wirkendes Blasfeld Löschung des an den Kontakten des Automaten tehenden Lichtbogens.

Bei Überlastung wird der Automat nicht durch den tromagneten, sondern durch ein thermisches Organ tigt. Infolge der Trägheit dieses Organs löst der -Druckknopf-Automat beim Einschalten von Motound Metallfadenlampen nicht aus.

Die thermische Auslösung wird durch einen Temperatur-Veränderung ansprechenden Bügel *B* rkt, der aus zwei zusammengewalzten Bändern aus wertigem Nickelstahl verschiedener Legierung be. Infolge Erwärmung des vom Strom durchflosse Bügels verändert dieser allmählich seine Form so daß die Auslöse-Vorrichtung betätigt wird.

Die Ausschaltträgheit des Thermostaten ist so bemessen, daß Stromspitzen von Metalldrahtlampen und Elektromotoren für einen Betriebsstrom in Höhe des Automaten-Nennstromes keine Unterbrechung herbeiführen. Dagegen ist die Auslöseträgheit so gering, daß z. B. bei Kurzschluß in Haus-Installationen mit 220 V Gleichstrom die einem 6 A-Automaten vorgeschaltete Schmelzsicherung von 15 A nicht zerstört wird.

Der beim Unterbrechen einer mit Überstrom oder mit Kurzschlußstrom belasteten Leitung auftretende Lichtbogen wirkt naturgemäß auf die Teile, welche die Unterbrechung herbeiführen. Bei Selbstschaltern ist es daher von allergrößter Bedeutung, daß keine Formveränderung dieser Teile erfolgt. Hierauf ist bei der Durchbildung des Elfa-Druckknopf-Automaten weitestgehend Rücksicht genommen. Massive Kupferkontakte werden in der Einschaltstellung durch eine starre Kupferbrücke verbunden, die von dem Teil des Schaltmechanismus durch feuer- und wärmesichere Isolation getrennt ist.

Elfa-Druckknopf-Automat

Der rein mechanische Teil des Elfa-Druckknopf-Automaten soll die Ein- und Ausschaltung des Automaten bewirken, das Festhalten des eingeschalteten Automaten vermeiden und die Dauerbelastung durch Ströme, die den Leitungen und Stromverbrauchern gefährlich werden, ausschließen.

Der Winkelhebel *J* wird durch den Druckknopf *K* so gehalten, daß die Kontaktbrücke *H* sich gegen einen Anschlag auf dem horizontalen Schenkel des Winkelhebels legt, aber noch keinen Stromschluß herbeiführt. Erst nachdem der Druckknopf in seine Ausgangsstellung zurückkehrt, also losgelassen ist, kann sich die Kontaktbrücke senken und den Stromschluß mit den Kontaktknöpfen *G* herstellen. Die Betätigung des Elfa-Druckknopf-Automaten ist also völlig ungefährlich.

Der Elfa-Druckknopf-Automat hat außer den vielen guten Eigenschaften hochwertiger Schmelzsicherungen noch eine Reihe besonderer Vorteile, die den Schmelzsicherungen fehlen.

Elfa-Automaten schützen den Leitungsquerschnitt bei jeder Belastungs-Stromstärke und gestatten eine umfangreiche Ausnutzung der Wärmekapazität aller durch sie geschützten Leitungen. Belastungszeiten, die einer Leitung ungefährlich sind, werden durch Elfa-Automaten nicht abgeschaltet; in Motorstromkreisen dienen die Automaten als Schutz gegen Übersicherung. Nach dem Abschalten von Kurzschluß- oder Überströmen können Elfa-Automaten, ohne daß Ersatzteile notwendig sind, immer wieder benutzt werden. Schließlich sei erwähnt, daß Elfa-Automaten in der Fabrikation, vor dem Weiterverkauf und während der Benutzung geprüft werden können.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Der Aufbau der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Mitteilung der AEG.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft wurde im Jahre 1883 als „Deutsche Edison-Gesellschaft für angewandte Elektricität“ gegründet und trägt ihren heutigen Namen seit dem 23. Mai 1887.

Die Fabrikations-Anlagen des Unternehmens bestehen zur Zeit aus folgenden Werken:

AEG-Verwaltungsgebäude Berlin.

Berliner Fabriken:

[Ap]paratefabriken Treptow
Fabrikationsgebiet: Schaltgeräte, Glas-Gleichrichter, Meßinstrumente, Kino-Apparate, Relais, Telefunken-Apparate.

[Fa]briken Brunnenstraße
Fabrikationsgebiet: Bahn- und Kranmaterial, Großmaschinen, Kleinmotoren, Staubsauger, Widerstände, Gleichrichter

[Fa]briken Hennigsdorf
Fabrikationsgebiet:
Elektrische Lokomotiven, Dampflokomotiven, Werkzeuge für Lokomotivbau, Elektrokarren, Kohlenstaubanlagen, Industrieöfen, Behälter und Apparate.
Novotextfabrikate, Mikanit- und Preßzellfabrikate, Isolierlacke, Öltuche, Ölseide und Isolierschläuche, Tenacitfabrikate, Schweißmaschinen, Fahrkarten-Druckapparate und Druckplatten, Schrauben und Muttern, mechanische und elektrische Eisenbahn-Sicherungs-Anlagen.

[Fa]briken Rheinstraße
Fabrikationsgebiet: Ranarex-Apparate (Rauchgasprüfer), Rundfunkgeräte.

[K]abelwerk Oberspree
Fabrikationsgebiet: Blanke Drähte, Seile, Litzen, isolierte Drähte und Leitungen, Lackdrähte, Stangen, Rohre, Bleche, Bänder, Segmente, Preß- und Stanzteile, Freileitungs- und Bahnmaterial, Formguß in Aluminium, Rotguß und Messing, Kupfer, Bronze, Silumin, Elektron, Lagermetall, Kokillen- und Spritzguß, Hartgummi-, Stabilit- und Vulkanasbest-Fabrikate, Gummi-Installationsrohre, Isolierbänder, Papierrohre mit Blei- und Messingmantel, Garnituren, Starkstromkabel und Zubehör, Schwachstromkabel und Zubehör, Pupinspulen, Verstärker, Kisten und Trommeln.

[P]orzellanfabrik Hennigsdorf, Betriebsführung Rosenthal.
Fabrikationsgebiet: Porzellane für elektrotechnische Industrie.

[T]ransformatorenfabrik Oberschöneweide
Fabrikationsgebiet: Transformatoren und Hochspannungs-Apparate.

[T]urbinenfabrik
Fabrikationsgebiet: Dampfturbinen, Hilfsmaschinen, Pumpen, Kompressoren, Gebläse, Generatoren, Ölmaschinen einschließlich Glühkopfmotoren, Lichtmaschinen für Lokomotivbeleuchtung.

Elektrizitätszählerfabrik
Fabrikationsgebiet: Elektrizitäts-Zähler, Eichstationen, Vergaser, Brennstofförderer, Uhren.

Auswärtige Fabriken:

Fabrik Annaberg
Fabrikationsgebiet: Schalter, Zählertafeln, Steckvorrichtungen, Material für Leitungs-Verlegung.

Fabrik Crottendorf
Fabrikationsgebiet: Sicherungsstöpsel, Sicherungspatronen, Paßschrauben, Schraubklappen, Schmelzstreifen.

Fabrik Scheibenberg
Fabrikationsgebiet: Fassungen, Handlampen.

Fabrik Freiberg
Fabrikationsgebiet: Sicherungen, Elfa-Automaten.

Fabrik Mülheim (Ruhr)
Fabrikationsgebiet: Reparaturfabrik für elektrische Maschinen, Transformatoren und Apparate

Fabrik Stuttgart
Fabrikationsgebiet: Magnetzündapparate, Batteriezündungen, Lichtmaschinen und Anlasser, Elektrische Zubehörteile für Kraftfahrzeuge, Reparatur-Werkstatt für elektrische Maschinen, Transformatoren usw.

Elektrobeheizung G. m. b. H., Nürnberg
Fabrikationsgebiet: Heizapparate der AEG.

Die Zentral-Verwaltung des Unternehmens hat ihren Sitz in Berlin, Friedrich-Karl-Ufer 2/4. Hier befindet sich auch die Fabriken-Oberleitung. Daneben besitzt das Unternehmen in fast allen größeren Städten des In- und Auslands Niederlassungen, deren Zahl mehr als 200 beträgt.

Das Aktienkapital der Gesellschaft beträgt z. Zt. 186 250 000 RM.

Das Grundstücks-Areal, das der Gesellschaft gehört, beläuft sich im ganzen auf annähernd 4 Millionen m², die Zahl der im AEG-Konzern beschäftigten Personen auf mehr als 80 000.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN
Absperr-Organe
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke
Gustav Guide G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8

KSB ARMATUREN
Dampfventile aller Art
Höchstdruckventile bis 100 at.
Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE
Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer • Krane
ATG
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE
ORIGINAL MSN AUFZÜGE
Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE
BRACKER
Aufzüge jeder Betriebsart und Größe
G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE
Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER
Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden
Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE
Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge für Personen oder Waren
Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE
jeder Art
Paternoster
Krane
baut
Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER 1874
AUFZÜGE
jeder Art und Größe
Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen
Elektro-Züge 150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art
Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE
in moderner Ausführung mit Treibscheibe oder Seiltrommel sowie Feineinstellung selbsttätig wirkend
UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE • KRANE TRANSPORTANLAGEN
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B
BANDSTAHL
gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BLECHWALZWERKE
Duo-, Trio-, Umkehr-Walzwerke für alle Metalle bis zu den größten Breiten.
Ueberhebevorrichtungen, Rolltische, Platten- und Stangengießformen.
Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

BRUNNENBAU
Tiefbohrungen, Rohrfilterbru[...]
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b.[...]
Mannheim-Waldhof 7

D
DAMPF-DRUCKVE[...] MINDERUNGSVENT[...]
auch f. Preßluft, Gas usw. gee[...] ohne Quecksilber u. ohne Memb[...]
D. R. P. und Ausl.-Pat. ange[...]
Robel & Co., München S 5[...]

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i.[...]

DAMPFHÄMMER
„EUMUCO“
Lufthämmer
Fallhämmer
EUMUCO
Aktiengesellschaft
Maschinenbau
Schlebusch-Manf[...]

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten.
Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & C[...] Werkzeugmaschinenfabrik m. b. [...]
Dortmund.

DAMPFMESSER
Gas-, Preßluft-, Wassermesse[...] mit Schreib- und Zählwerk, autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER
Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier- un[...] Summierungsapparate D. R. P., elektrische Fernübertragungen, Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

EITSCHRIFT DES VEREINES EUTSCHER INGENIEURE

CHHEFT: GROSSKRAFTWERK KLINGENBERG

Nachbestellungen für das Großkraftwerk Klingenberg

Ebenso wie eine Reihe anderer Kraftwerk wurde auch das Grosskraftwerk Klingenber mit der Wasserspülentaschung *Patent Roth stein* ausgerüstet.

Nach der probeweisen Ausrüstung dreier Kess wurden kurz hintereinander drei Nachbestellunge erteilt, sodaß jetzt insgesamt 16 Kessel von j 1600 qm Heizfläche mit zusammen 64 Spülapparate von uns ausgerüstet sind.

Die Entaschung *Patent Rothstein* läßt sich ebens unter neuen oder alten, unter großen oder kleine Kesseln einbauen — überall wird der Betrieb da durch bedeutend vereinfacht und verbilligt, und de Aschenkeller wird so sauber wie das Maschinenhau

Blick in den Aschenkeller

Schicken Sie uns Skizzen Ihres Kesselhauses; wir machen Ihnen unverbindlich Vorschläge zur Verbilligung Ihres Betriebes!

Verlangen Sie diese Drucksache!

Anton Rothstein
Gesellschaft für zeitgemäße Kesselhaus-Einrichtung m. b. H.
Leipzig-Lindenau

Vertreter in:
Berlin, Bremen, Breslau, Düsseldorf, Frankfurt a. M., Görlitz, Hamburg, Hannover, Kassel, Magdeburg, Mannheim, München, Stettin, Amsterdam, Brünn, Brüssel, Kopenhagen, Paris, Stockholm, Wien, Tokio

Die Wasserspül-Entaschung
Patent Rothstein
ist allein zugleich einfach, staubfrei, billig und zuverlässig

Teilansicht der Kruppwerke in Essen

Edel- und Sonderstähle

Schnelldrehstahle für höchste Leistungen / Werkzeug-metall „Widia" zur Bearbeitung von Materialien, die bisher nur geschliffen werden konnten / Werkzeugstahle, legiert und unlegiert / Gesenkstahle / Vollbohrstahl und Hohlbohrstahl für alle Gesteinsarten / Stoßbohrmeißel und Exzenterbohrmeißel für Tiefbohrungen / Walz-stopfen und Ziehdorne für Röhrenwerke / Baustahle für Vergütung und Einsatzhärtung zur Verwendung im allgemeinen Maschinenbau, im Kraftwagen- und Flug-zeugbau / Magnetstahle mit höchster Koerzitivkraft / Säure- und rostwiderstandsfähige Stahle / Nitrierstahl / Mangan-Hartstahl / Walzdraht in Sonder- und Schnell-drehstahlqualität.

Anfragen erbeten an:

KRUPP

551

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, Verkaufsabteilung II

V ★ D ★ I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Bd. 71 | 31. Dezember 1927 | Nr. 53

FAHNE FÜR DIE VDI-LITERATUR-KARTEI

Fachgebiet (nach eigener Wahl einzutragen)	Aufsatztitel	Verfasser

der im vorliegenden Heft enthaltenen Aufsätze mit knapper Inhaltsangabe zum Einkleben in die VDI-Literatur-Kartei

Karteikarten gegen Voreinsendung von 8.00 RM. je 1000 Stück sind zu beziehen vom VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7.

	Das Großkraftwerk Klingenberg	Rehmer, M.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1829/1830

Es wird ein Überblick über die Entwicklung der Berliner Elektrizitätsversorgung seit dem Ende des Krieges gegeben, die schließlich zum Bau des Großkraftwerkes führte. Dabei werden kurz die Gesichtspunkte erörtert, nach denen der Entwurf aufgestellt und der Bau ausgeführt worden ist.

	Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage	Tröger, R.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1831/1839

Die Anlagen des Großkraftwerkes Klingenberg werden zusammenfassend beschrieben, die Bauzeiten angegeben und die Erwägungen mitgeteilt, die zu der Lage, Größe und Anordnung des Werkes geführt haben.

	Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg	Laube, R.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1840/1854

Grundsätze, die der gewählten Bauweise zugrunde liegen, Konstruktions- und Rechnungsgrundlagen, Beschreibung der ausgeführten Bauwerke.

	Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	Münzinger, Friedr.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1855/1868

Ergebnis der Ausschreibungen — Bemessung der Kesselgröße — Begründung des AEG-Entwurfes — Vergebung der Aufträge — Ausführung der Einzelheiten — Verbindung zwischen Kessel und Kesselhaus — Anordnung der Saugzuganlagen — Meßvorrichtungen — Aufbereitung und Förderung des Kohlenstaubes.

	Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg	Kraft, E. A.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1869/1876

Entwurf und Bau der Hauptturbinen von 80 000 kW, bei 1500 Uml./min. Konstruktive Durchbildung der Vorwärmturbinen von 10 000 kW bei 3000 Uml./min und der Antriebturbinen von 650 kW bei 6000/1470 Uml./min für die Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb.

	Die Hilfsmaschinen des Großkraftwerkes Klingenberg	Denecke, Heinrich

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1877/1887

Im folgenden wird die Anordnung der Maschinen und ihrer Hilfseinrichtungen kurz erläutert. Ausführlich sind nur diejenigen Anlageteile berücksichtigt, die beachtenswerte Neuerungen aufweisen. Hierzu gehören die Rohrleitungen, die Vorwärmung, die Brandschutzeinrichtung der Stromerzeuger und die Ölhaltung.

	Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingenberg	Pohl

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1888/1889

Anordnung und Gestaltung der 44 000 kVA-Drehstromerzeuger für die Hauptturbinensätze und der 12 500 kVA-Stromerzeuger der Vorwärmturbinen.

	Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingenberg	Probst, H.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1891/1901

Gesamtanordnung der Schaltanlagen — 30 kV-Schaltanlage — Die Warte — 6 kV-Schaltanlage für Eigenbedarf-Gleichstromanlage — Schutzvorrichtungen.

	Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes Klingenberg	Tröger, R.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1902/1910

Mit Hilfe der im ersten Teil abgeleiteten allgemein gültigen Wirtschaftsgleichungen werden die Wärmeverluste der verschiedenen Teilbetriebe des Großkraftwerkes „Klingenberg" und daraus der betriebsmäßige Wärmeverbrauch des vollständigen Kraftwerkes in Abhängigkeit von dem Nutzungsgrad ermittelt. Den Schluß bilden eine Aufstellung über die spezifischen Anlagekosten und ein Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse mit denen herkömmlicher Werke.

(Da der bisher vorliegende Auszug aus der Internationalen Dezimal-Klassifikation sich als nicht ausreichend erwiesen hat, lassen wir bis auf weiteres die DK-Bezeichnung, die in den früheren Literaturfahnen enthalten war, wieder fort.)

Nachweis der im Anzeigenteil angekündigten Erzeugnisse und der Beilagen siehe 2., 3. und 4. Seite der Fahne

NACHWEIS

DER IM ANZEIGENTEIL ANGEKÜNDIGTEN ERZEUGNISSE

Zur besseren Übersicht und schnelleren Orientierung sind nachstehend die Erzeugnisse aufgeführt, die in den Anzeigen des vorliegenden Heftes angekündigt werden. Die Zahlen hinter den Stichwörtern benennen die Seiten mit den betreffenden Anzeigen. Anzeigen und Firmen wechseln zum Teil. Es empfiehlt sich deshalb, im Bedarfsfalle immer mehrere aufeinanderfolgende Hefte durchzusehen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

L

LEDER-MANSCHETTEN

Luckhaus Original

Frdr. Hanncke jun.
Abteilung Ledertreibriemenfabrik
„LUCKHAUS-ORIGINAL"
Berlin-Tegel, Hauptstraße 21

LÖT- UND SCHWEISSMITTEL

Alle Aluminium-Legierungen
Lötet ebenso wie Kupfer, Messing usw.
Unser unvergleichliches
Lötmittel „Alulot" einfach,
Ohne Säure, zuverlässig.
Tausendfach bewährt.
!Glänzende Gutachten!

F. Schönthal & Co.,
Berlin SW 48, Telefon: Dönhoff 3925

LUFTFILTER

Alfred Budil
G. m. b. H.
Berlin-Tempelhof

DELBAG-LUFTFILTER

Deutsche Luftfilter-Baugesellschaft m. b. H., Berlin,
Schweidnitzer Str. 15.

LUFTFILTER

K. & Th. Möller, G.m.b.H., Brackwede

LUFTFILTER GEA

A. Schirp GmbH, Essen
Fernspr. 25681 Telegr.-Adr. Reinluft

LUFTFILTER

Carl Schmidt
Luftfilterfabrik
Essen I, Albrechtstr. 12

M

MESSAPPARATE

nach dem Differenzdruckprinzip für Wasser und sonstige Flüssigkeiten, Dampf, Preßluft usw., Mechanische und elektrische Anzeige-, Registrier- und Summierungs-Apparate.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

METALL-(LÄNGE-)SÄGEN

erdenklich beste Qualität

Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik

METALL-STOPFBÜCHSEN

insbes. gußeis. Federringpackungen zum Abdichten gegen Dampf, Luft und Gas

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

MISCHER

für Mörtel u. Beton.
Straßenbaumischer
Teermakadammischer
Steinbrecher
Walzwerke
Sand- und Kieswäschen

Maschinenfabrik
Dr. Gaspary & Co.
Markranstädt b. Leipzig
Katalog 56 frei

O

ÖLGEFÄSSE

F. W. Kutzscher jun.
Ölgefäße-Fabrik
Schwarzenberg Sa.
Gegründet 1879
Fordern Sie Katalog B

P

PACKUNG

TIBAL

S. E. A. RINGE - STULPEN - MANSCHETTEN

Vertrieb Berlin W 15

PRÄZISIONS-REISSZEUGE

Clemens Riefler
Fabrik mathem. Instrumente
Nesselwang u. München C 2

PRESSLUFT-ANLAGEN MASCHINEN u. WERKZEUGE

PREMAG

für die Metallbearbeitung.
Seit 20 Jahren bewährt.
Bedeutendste Spezialfabrik.

Preßluftwerkzeug- und Maschinenbau A.-G.
Berlin-Oberschöneweide

PRESSLUFT-WERKZEUGE

IPEG PRESSLUFTWERKZEUGE

und Anlagen für jeden Verwendungszweck.
Größtes Arbeitsprogramm sämtl. Preßluft-Werkzg.-Fabr. Deutschlands

Internationale Preßluft- und Elektricitäts-Ges. m. b. H.
Berlin-Britz

PRESSPUMPEN

hydraulische für Hand- u. Kraftbetrieb, Probierpumpen und Hochdruckarmaturen fertigt in bester Güte

Richard Horst & Co.
Urach 1 (Württbg.)

Hydraulische Hochleistungs-
PRESSPUMPEN

in schwerstem Dauerbetrieb seit Jahren bewährt

Rittershaus & Blecher G. m. b. H.
Barmen-U.
Maschinenfabrik u. Eisengießerei

PUMPEN

Kreiselpumpen,
Kurbelpumpen,
Kompressoren,
Säure-Pumpen und Armaturen
Selbstansaugende Patent-Kreiselpumpen
für Hoch- und Niederdruck,
Patent-Feuerlöschpumpen,
Hydraulische Preßpumpen

Amag-Hilpert-Pegnitzhütte
Nürnberg.

PUMPEN

in allen Ausführungen
Kellereimaschinen
fabriz. seit 50 Jahren
Boldt & Vogel G.m.b.H.,
Altona-Bahrenfeld
Maschinenfabrik,
Eisen-u. Metallgießerei

PUMPEN

KSB

ZENTRIFUGALPUMPEN
PLUNGERPUMPEN
für Hoch-, Mittel- u. Niederdruck
SÄUREPUMPEN
KESSELSPEISEPUMPEN

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

PUMPEN

für alle Leistungen wirtschaftlich und dauerhaft

Maschinenfabrik Oddesse
G. m. b. H.
Oschersleben-Bode

PUMPEN

MAWALD-PUMPEN

D.R.P. u. Ausl.-Pat.
saugen selbsttätig an, unempfindlich gegen wechselnde Druckhöhen, Verringerung der Tourenzahl bis 50 vH möglich, keine Ventile, stärkste Druck- u. Spritzwirkung, automatische Hauswasserversorgungsanlagen
Säure-Pumpen

Pumpenfabrik Waldau m. b. H.
Rheinbach b. Bonn 30.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Peniger
TRANSMISSIONEN
Wellen, Lager, Kupplungen, Riemenscheiben, Riemenausrücker, Spannrollengetriebe etc. nach D.I.-Normen.
Peniger Maschinenfabrik und Eisengießerei A.G., Penig i. Sa.

TRANSPORTANLAGEN
Hand- und Elektrohängebahnen Elevatoren, Transportbänder, und sonstige Nahfördermittel
Max Krempler, Maschinenfabrik
Schkeuditz 3 bei Leipzig

TRANSPORTGERÄTE
jeglicher Art

SCHUTZMARKE SCHILDKRÖTE

„SCHILDKRÖTE"
HUBTRANSPORTSYSTEM
Ernst Wagner Apparatebau
Reutlingen

TREIBRIEMEN
Luckhaus Original-Riemen
für die schwierigsten Triebe
Eigene Gerbereien.
Frdr. Hanncke jun.
Abteilung Ledertreibriemenfabrik „LUCKHAUS-ORIGINAL"
Berlin-Tegel, Hauptstraße 21

V

VENTILATOREN
EXHAUSTOREN
baut seit über 35 Jahren
Maschinenbau-A.-G. vorm. Beck & Henkel, Kassel

VENTILATOREN
Gebläse bis 2000 mm W.-S.
Absaugung, Lüftung

Paul Pollrich & Co., G. m. b. H.
Ventilatoren-und Maschinenfabrik
Düsseldorf, Schließfach 240

VERDAMPF-APPARATE VORWÄRMER
G. Sauerbrey Maschinenfabrik, Aktiengesellschaft Staßfurt

VORWÄRMER
F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße 30
Maschinenfabrik und Eisengießerei in Pulsnitz i. Sa.

VORWÄRMER
Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

W

WAAGEN
Gleis-, Fuhrwerks-, Kran- und Laufgewichtswaagen
Anhaltische Waagenfabrik
Friedr. Otto Müller, Bernburg 1

WAAGEN
Arbeitsgemeinschaft

Carl Schenck	**Dinse-Schenck**
G. m. b. H.	Waagenfabrik
Darmstadt	Berlin-Niederschönhausen

Herstellung selbsttätiger Neigungswaagen größerer Tragfähigkeit

WAAGEN
Waggon- u. Schmalspurgleiswaagen
Lokomotiv- und Bunkerwaagen
Fuhrwerks- und Lastautowaagen
Automatische Waagen
Drehscheiben, Rangierwinden, Spills.
August Böhmer & Co., Magdeburg
und
Oberschl. Waagenfabrik, Gleiwitz

WAAGEN
Vollautomatische **Neigungswaagen** handelsgeeicht
Dopp-Schnellwaagen-
Vertriebsgesellschaft m. b. H.
Berlin W 35
Potsdamer Straße 43

WÄSCHEREI-ANLAGEN
Engelhardt & Förster G.m.b.H.
Wäschereimasch.-Fabrik Bremen
Waschmaschinen, Zentrifugen, Absaugmangeln

WÄSCHEREIANLAGEN UND EINRICHTUNGEN
Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

WASSERMESSER
Flügelradmesser „Optima" D. R. P., Volumen- und Woltmannmesser, Venturimesser mit Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D. R. P., Sonderausführungen für Heißwasser und sonstige Flüssigkeiten.
Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

WASSERMESSER
für alle Betriebsverhältnisse und alle Verwendungszwecke
Hydrometer A.-G., Breslau III

WASSERREINIGUNG
Filterung, Klärung, Enthärtung, Entkeimung, Entgasung, Enteisenung, Entsäuerung, Entmanganung
Paul Martiny & Co., Dresden A 55

WASSERREINIGUNG
Enthärtung
durch
PERMUTIT
auf gar. **Null** Grad mittels automatischer Filtration

Enteisenung
Entmanganung
Mechanische Filtration

Völlige Entgasung des Kesselspeisewassers zur Vermeidung aller Anfressungen

PERMUTIT
Aktiongesellschaft
Berlin NW 6 IV

WASSERREINIGUNGS-ANLAGEN
Enteisenung, Entmanganung, Entsäuerung, Filtration.
BRAMA
Brandenburgische Maschinenbau G. m. b. H.
Berlin-Reinickendorf-West
Waldstr. 14—21

WASSERREINIGUNGS-ANLAGEN
Enteisenung, Filtration
Halvor Breda A.-G.
Berlin-Charlottenburg 2

WASSERSTANDS-GLÄSER
aus Durobax- und Felsenglas für höchste Ansprüche. Dieselben mit Reflektorstreifen D. R. G. M.
Reflexionsglasplatten aus Maxos- und Preßhartglas mit **festen** Hochdruckdichtungen D. R. G. M.
A. Bunnenberg, Düsseldorf.
Fabrik technischer Gläser.

WASSERSTANDS-HAHNKÖPFE
baut
Carl Vogel
Chemnitz

WASSERSTANDS-REGLER
Fernwasserstandsanzeiger
Alarm-Apparate
Feuerzugregler
} für Dampfkessel
Druckregler für Pumpen
Sicherheitsventile f. Speiseleitungen
Wasserstandsregler Patent Emil Hannemann G. m. b. H.
Berlin-Frohnau.

WEICHGUSS-FITTINGS
G-W-H
mit und ohne Rand.
Schwarz und bestens feuerverzinkt.
Gußstahlwerk Wittmann Akt.-Ges.
Haspe i. Wf.

Z

ZÄHLER
Umdrehungs-, Hub- und Meter-Zähler für Handgebrauch und zum Anbau an Maschinen.
J. Hengstler K.-G., Zählerfabrik
Aldingen b. Spaichingen

ZENTRIFUGEN
zum
TROCKNEN
TRENNEN
KLÄREN
für alle Verwendungszwecke
Gebr. Heine, Viersen (Rhld.)

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Monel-Metall

LACKKESSEL

beugen einer Verfärbung des Lackes beim Kochen vor und bieten Gewähr für eine lange Lebensdauer

MONEL-METALL

wendet man an bei allen Maschinen und Maschinenteilen, die Korrosionsgefahren, hoher Temperatur und starkem Druck ausgesetzt sind. Es wird in allen handelsüblichen Formen geliefert.

Verlangen Sie unsere Broschüre **MM 1**

MONEL·METALL
GESELLSCHAFT M. B. H.
FRANKFURT a. M. Junghofstraße 1

BLEIKABEL

HACKETHAL HANNOVER

BLEIKABEL

als Nervenstränge der Starkstromversorgung, als Befehlsübermittler von Apparat zu Apparat im Fernsprech- und Signalwesen verlangen sorgfältigste Herstellung, sollen die Anlagen in ständiger Zweckerfüllung stehen.

Machen Sie sich unsere jahrzehntelangen Erfahrungen im Bau aller Kabelarten für Stark- und Schwachstrom zunutze. Genaueste Auswahl der Baustoffe, ständige Überwachung der Fertigung durch gewissenhafte mechanische und elektrische Prüfungen, sowie neuzeitige Arbeitsmethoden verbürgen Erzeugnisse höchster Güte.

Wenn Sie Kabel zu vergeben oder auch ganze Kabelnetze zu verlegen haben, fragen Sie zuerst die

HACKETHAL-
DRAHT- UND KABEL-WERKE A.G.
HANNOVER

VDI STELLENGESUCHE VDI

Arbeitsfreudiger, strebsamer

Maschinen-Ingenieur

in vorgerückter Stellung, 27 Jahre alt, ev., 2 Jahre Werkstattpraxis, Absolvent der Beuth-Schule. Konstruktionspraxis für Transport-Anlagen und Apparatebau, Betriebs- und Verwaltungspraxis für Reparatur- und Fabrikations-Werkstätten, bewährt als Einkäufer u. Korrespondent, mit besten Zeugnissen und Referenzen, sucht für sofort verantwortungsvolle, ausbaufähige Dauerstellung in Büro, Betrieb oder Verwaltung oder als

Direktions-Assistent

Angebote erbeten unter R. 4543 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4479)

Rotationskompressoren, -Vakuumpumpen,

Kolbenkompressoren, -Vakuumpumpen Hoch- und Niederdruck-Plungerpumpen

Erstklassiger Fachmann auf obigem Gebiet, langjähriger Spezialist in rotierenden Verdichtern, Konstruktionen eigenen Systems, energisch, zielbewußt, 32 Jahre alt, verheiratet, sucht sich per 1. April 1928 in leitende Stellung, Inland oder Ausland, zu verändern.

Angebote unter N. 4604 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4483)

Diplom-Ingenieur

28 Jahre, 3½ J. Konstr., 1½ J. Werkst., an selbständ. Arbeiten gewöhnt, Sägewerksmasch. und -Anlagen, Holzbearbtg., Transporteinrichtg., Kellereimasch., gute Kenntn. in Werkzeugmasch. und Vorrichtungsbau, viel Interesse f. mod. Organisat. und Arbeitsführg., kaufmännisch gebildet, sucht anregend., entwicklungsfähig. Wirkungskreis. (4896)

Angeb. u. W. 4612 an den Verlag d. Zeitschr.

ÖKONOMIE - INSPEKTOR

35 J. alt, repräs. Erschg., seit 1925 in einem großen Industrieunternehmen als Leiter für Platzbetrieb, Wohnungsverwaltung, Fuhr- und Autopark, Voll- und Kleinbahnbetrieb, Kasino- und Kantinenverwaltung sowie Forst- und Landwirtschaft tätig gew., sucht, gestützt auf pa. Zeugnisse und Referenzen Dauerstellung per sofort oder später. (c 4481)

Gefl. Angebote unt. U. 4546 an den Verlag d. Ztschr.

Für Fabrikbesitzer und Aufsichtsräte!

Tüchtiger Dipl.-Ing. m. starker kaufm. Veranlagung u. hervorragendem Organisationstalent, Süddeutscher, Mitte 40, langj. Betriebsleiter erster deutscher Großfirmen, mit Spezialkenntnissen im Bau von Dampfmaschinen, Motoren u. Lokomotiven und in der Überwachung der masch. Hüttenwerkseinrichtungen, sucht gelegentlich Stellung als (4825)

DIREKTOR UND VORSTANDSMITGLIED

im In- oder Ausland. Zuschriften erbeten unter D. 4531 an den Verlag d. Ztschr.

Ingenieur-Kaufmann

mit langjähriger Erfahrung in Büro und Betrieb, Organisator, gewandter Verkäufer, sicherer Kalkulator, energischer Werkstattfachmann, in mehreren leitenden Stellungen als Oberingenieur und Direktor (Vorstandsmitglied) tätig gewesen, sucht per sofort leitende Stellung (Vertrauensstellung). (4898)

Anfr. unter B. 4615 an den Verlag d. Ztschrift.

Ober-Ingenieur V. D. I.

45 Jahre alt, mit 15jähriger, praktischer Erfahrung in Wartung u. Betrieb moderner Kessel- und Maschinenanlagen, mit wärmetechnisch. Untersuchungen mit Turbo-, Diesel- und elektr. Betrieben durchaus vertraut, als Organisator 8 Jahre in leitender Stellung einer Reichsorganisation, gewandt im Umgang mit Behörden und Arbeiterschaft, beste Referenzen, sucht neuen, verantwortungsvollen Wirkungskreis als Betriebsleiter industrieller bzw. kommunaler Werke zum möglichst sofortigen Antritt. Führerschein 3b vorhanden. (4893)

Angebote u. P. 4606 an den Verl. d. Ztschr.

Dipl.-Ing.

29 Jahre, ledig, Marinepraxis, 2½ Jahre praktisch gearbeitet, 2½ Jahre Betriebspraxis in Kesselhaus, Kraftzentrale (Maschinen, Turbinen, elektrische Anlagen) und Werkstatt, wünscht sich möglichst bald zu verändern.

Angebote unter D. 4617 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4486)

Maschinen-Ingenieur

Absolvent der Gewerbehochschule Köthen mit 3jähriger praktischer Ausbildung, sucht Anfangsstellung im Betrieb oder Büro.

Anfragen erbittet Ing. Otto Kühne, Plettenberg in Westf. (4877)

Immer noch

laufen Klagen von Stellensuchenden bei uns darüber ein, daß sie ihre Bewerbungsunterlagen nicht zurückerhalten. Wir sprechen deshalb erneut die Bitte aus, den Bewerbern ihre Unterlagen sofort zurückzusenden, und zwar unter voller Namensnennung, um zu vermeiden, daß die Unterlagen aus irgendwelchen Gründen als unbestellbar verloren gehen. Gegebenenfalls sind wir gern bereit, die Rücksendung unter unserem Namen zu übernehmen, wenn uns die Unterlagen postfertig zugesandt werden.

VDI-VERLAG
G.M.B.H.

Dampfkesselbau

Obering., Anf. 40, i. ungek. Stellg als Büroleiter i. führ. Kesselfabrik, m. 20jähr. Spezialpraxis i. Projekt. u. Ausführg. kompl. Kesselanlagen, wünscht sich umständeh. zu verändern. Büroleitg. od. dgl.

Angebote unter V. 4611 an den Verlag d. Zeitschrift. (4895)

Nachweisbar erfolgreicher

Geschäftsführer (Dipl.-Ing.)

ledig, völlig gesund, seit 15 Jahren Direktor altbek. Werke, *Erfinder* lizenzpfl. Masch., *hervorragender Konstrukteur* und *Betriebsmann* aus dem *automat. Präzisionsmaschinenbau* sowie der *Kleineisenw.-Massenerzeugung* hervorgegangen, mit all. Erford. einer *zeitgem.* Fabrikleitung in techn. u. kaufm. Beziehung durchaus vertraut, den *schwierigsten Verhältnissen gewachsen,* mit *Sprachkenntn.*, von eiserner Willenskraft und reichem Wissen, (4935)

sucht neuen Wirkungskreis in gutfundiertem Unternehmen, das eine starke Hand nötig hat.

Gefl. Offert. unt. Z. 4657 an den Verl. d. Zeitschr. erbet.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

VDI STELLENANGEBOTE VDI

Befähigter, energischer

Betriebsingenieur

etwa 30—40 Jahre alt, mit Hochschul- oder gutem Mittelschulstudium gesucht, der besonders in der Fabrikation von elektrischen Mittelmaschinen erfahren ist und einem größeren Betrieb mit Umsicht und Tatkraft vorstehen kann.

Bewerbungen nur von Herren, die allen Anforderungen entsprechen (sonst zwecklos), mit Lichtbild und Zeugnisabschriften sowie Angabe der Gehaltsansprüche erbeten unter G. 4642 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4924)

Bedeutende deutsche Maschinenfabrik sucht

erstklassigen Turbinenkonstrukteur

mit guten Kenntnissen des Pumpenbaues. Derselbe muß große praktische Erfahrungen besitzen und mit den modernen Berechnungsarten durchaus vertraut sein.

Eingaben mit Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter F. 4577 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4879)

Ingenieur

mit guten Erfahrungen in der Projektierung und Ausführung von Ferngasleitungen bezw. Ortsversorgung mit Gas und Wasser von rheinischem Unternehmen in entwicklungsreiche Stellung sofort gesucht.

Ausführliche Angebote nur selbständiger Kräfte mit besonderer Eignung für den Außendienst unter Beifügung eines Lichtbildes unter T 4609 an den Verlag d. Ztschr. (4889)

Materialprüfungs-Techniker

von österreichischem Automobilwerk

gesucht

Berücksichtigt werden nur Herren mit Hochschulbildung und langjähriger einschlägiger Praxis. Angebote unter Angabe von Lebenslauf, Vorbildung, Praxis, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin unter Chiffre: „Erstklassig"/P. 4628 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4905)

Wir suchen einen erstklassigen erfahrenen

Zahnrad-Techniker

welcher das gesamte Gebiet der modernen Verzahnungsmethoden sowohl theoretisch als auch praktisch vollkommen beherrscht.

Ausführliche Angebote unter Angabe von Lebenslauf, Vorbildung, Praxis, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin unter „Fachmann"/M. 4625 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4904)

Zu Erzeugung und Einbau von

KUGEL- und ROLLENLAGERN

erfahrener, jüngerer Fachmann, wird von großer Spezialfabrik zur Erledigung von Reklamationen im Außendienst gesucht. Es ist nicht notwendig, daß der Betreffende Reklamationen im Außendienst bereits bearbeitet hat, dagegen ist unbedingt Voraussetzung, daß er über gediegene Kenntnisse in der Werkstätte, insbesondere in der Kontrolle verfügt. (1947)

Angebote mit ausführlicher Schilderung des Lebenslaufes, Beilegung von Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen erbeten an den Verlag dieser Zeitschrift unter D. 4639.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Selbständiger Konstrukteur

für Spezial-Werkzeugmaschinen, Vorrichtungen und Werkzeuge gesucht. Ingenieure mit reicher Erfahrung in automatischen Bohr- und Fräsmaschinen für neuzeitliche Näh- u. Schreibmaschinenfertigung werden bevorzugt.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen u. frühestem Eintrittstermin erbeten unter C. 4574 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4867)

INGENIEUR

als Akquisiteur von Vertreter-Büro Frankfurts für aussichtsr. Stellg. ges. (4890)
Off. u. S. 4608 an den Verlag d. Ztschr.

Von namhaftem Werk wird zum bald. Eintritt

Oberingenieur

mit langj. prakt. Erfahrungen in der Hartzerkleinerung, Kohlenmüllerei und Trocknung gesucht.

Angeb. m. Bild, Zeugnisabschr. und Gehalt unter S. 4630 an den Verlag d. Ztschr. erbeten. (4909)

Isolierung elektrischer Leitungsdrähte FACHMANN

im Umspinnen elektrischer Leitungsdrähte und Kabeln mit Textilfasern von großer Berliner Firma gesucht. (4862)

Angeb. unt. P. 4564 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Jüngerer Dipl.-Ing.

des Maschinenbaufaches, körperl. rüstig, als Sachverständiger im Kraftfahrwesen z. bald. Eintritt gesucht.

Voraussetzung: mind. 2jähr. geeignete Ingenieurpraxis, davon etwa 6 Monate in Kraftfahrzeugfabrik, Besitz des Führerscheins 3b seit längerer Zeit. Gleichzeitige Eignung f. Dampfkesselüberwachg. besonders erwünscht.

Bewerbg. m. Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Gesundheitsnachweis an den (4919)

Märkischen Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln

Frankfurt a. d. Oder, Lindenstr. 21.

DIPLOM-INGENIEUR des Maschinenbaufaches

mit guten theoretischen und praktischen Kenntnissen als ständiger Assistent zum Eintritt am 1. April 1928 gesucht. (4876)

Ausführliche Angaben an Prof. Dr. Schäfer, Städt. Polytechnikum, Friedberg (Hessen).

Wir suchen zu möglichst baldigem Eintritt einen

TECHNIKER

mit guter Werkstattpraxis für das Fabrikationsbüro. Bewerber muß in der Lage sein, Arbeitsgänge aufzustellen, Bearbeitungszeichnungen anzufertigen und Akkorde durch Berechnung und Zeitstudien festzulegen. Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten unter Kennwort „Wefa" an (4932)

SIEMENS-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt,
Hauptverwaltungsgebäude.

Gesucht wird junger

Dipl.-Elektro-Ing.

mit praktischen Erfahrungen im Bau von Elektromotoren. Antrittstermin 1. Januar.

Angebote mit lückenlosem Lebenslauf, beglaubigten Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter U. 4632 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4489)

Für die Umgestaltung und Rationalisierung des Transportwesens und andere Organisationsarbeiten für den Betrieb einer großen Maschinenfabrik und Eisengießerei Mitteldeutschlands wird ein auf diesem Gebiete

durchaus erfahrener

INGENIEUR

zum möglichst baldigen Antritt gesucht. Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, Referenzen, Lichtbild usw. erbeten unter E. 4576 an den Verl. d. Ztschr. (4881)

Dampfkessel-Überwachungs-Verein Cöln

sucht zum baldigsten Eintritt

Elektro-Ingenieur

Derselbe muß Diplom-Ingenieur sein mit mindestens 2jähriger Praxis nach vollendetem Studium, ferner Kenntnisse besitzen in der Revision und Montage elektr. Anlagen sowie in der Meßtechnik und im Bau von Aufzügen. Elektrotechniker, die obigen Anforderungen genügen und eine mindestens 2jährige Praxis in der Aufzug bauenden Industrie nach dem Studium nachweisen können, werden bevorzugt.

Offerten mit genauem Lebenslauf usw. erbeten an (4886)

Oberingenieur A. Vierow.

Waggonbau.

Zu baldigem Eintritt

selbständige Konstrukteure

für unser technisches Büro und technische Vorkalkulation gesucht. In Frage kommen nur Bewerber mit nachweisbaren Erfahrungen im Waggonbau.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche usw. erbeten an (4931)

GothaerWaggonfabrikA.-G.
Gotha.

Große rheinische Maschinenfabrik sucht für ihre Abteilung

Kohlenmahl- und Trockenanlagen

zur Unterstützung des Oberingenieurs einen erfahrenen

Konstrukteur

dem die Kontrolle sämtlicher Konstruktionszeichnungen und Baupläne übertragen werden soll.

Angebote mit Angabe des frühesten Eintrittes und Gehaltsansprüche unter M. Z. 2000 an Ala Haasenstein & Vogler, Berlin NW 6, Am Zirkus 9. (4926)

Transportanlagen! Konstrukteur

mit langjährigen Erfahrungen im Bau von Nahfördermitteln für Projekte und Ausführungen baldigst gesucht. Sicheres Rechnen und flottes, gewandtes Zeichnen Bedingung.

Angebote mit Lebenslauf unter Beifügung eines Lichtbildes und Angabe der Gehaltsansprüche erbeten an

Georg Becker & Co.
Magdeburg-Sudenburg, (4874)
Spezialfabrik für Transportanlagen.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Heute Morgen verschied nach schwerem Leiden im Alter von 68 Jahren

Herr

Dr.-Ing. E.h. Max Giessing

der Gründer und lanjährige Leiter unserer Gesellschaft. Wir verlieren in dem Entschlafenen einen treuen Freund, einen Führer von hervorragenden Gaben des Geistes und des Herzens, der uns durch seinen rastlosen Fleiß und seine aufopfernde Tätigkeit ein dauerndes Vorbild bleiben wird.

Wir werden seiner stets in Dankbarkeit gedenken.

Die Prokuristen und Beamten der
Scheidhauer & Giessing A.G., Bonn

Die Beerdigung findet statt am Freitag, den 23. 12. 1927, um 2 Uhr nachmittags, in Duisburg vom Hause Realschulstraße 52 aus. (4920)

V-D I - Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Peter Valerius Berlin NW 40.
Druckpapier von Ernst A. Geese, Berlin SW 68. Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19.